ORTAÖĞRETİM

ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ

DERS KİTABI

YAZARLAR
Hamdullah CEYLAN
Yetkin DAR
Yusuf KAYA

DEVLET KİTAPLARI

....., 2021

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 7239
DERS KİTAPLARI DİZİSİ .....: 1336

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

EDİTÖR
Prof. Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCİ

DİL UZMANI
Bahar KAPLAN
Ömer YILDIRIM

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
Taha Tezcan İNAM

ÖLÇME DEĞERLENDİRME UZMANI
Nuray SUNAR

REHBERLİK UZMANI
Füsun GÖKKAYA
Gözde YENİSEY

GÖRSEL TASARIM UZMANI
E. Oktay DEĞİRMENCİ
Zafer HAŞİMOĞLU

ISBN 978-975-11-4725-7

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 02.04.2020 gün ve 6108329 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilmiştir.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

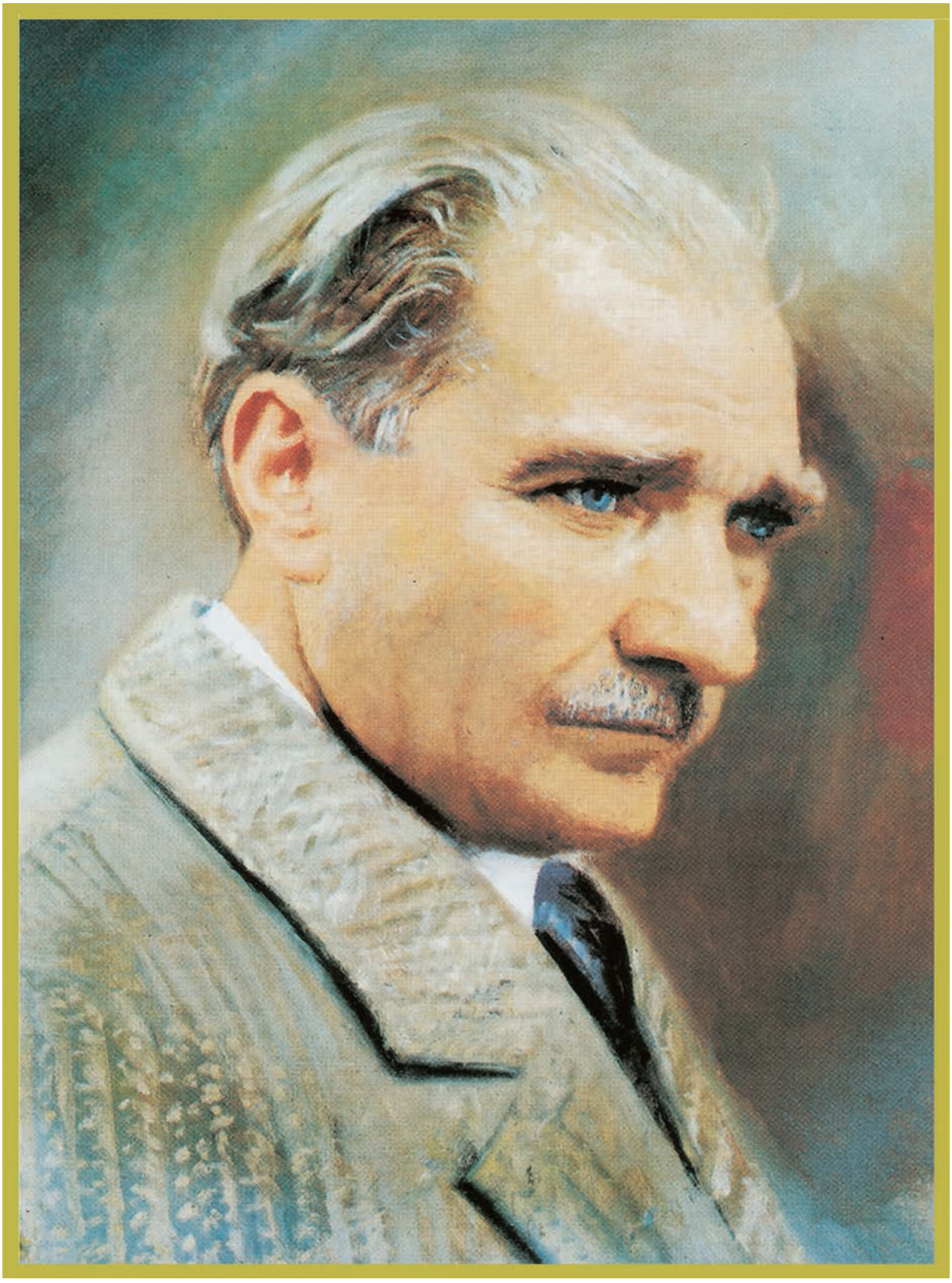
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

KİTABIMIZI TANIYALIM 9

1. ÜNİTE

1. ÜNİTE: ASTRONOMİNİN TANIMI VE GELİŞİMİ 10

1.1. Astronominin Tanımı 11
1.2. Astronominin Doğuşu 14
1.3. Astronominin Alt Dalları 17
1.4. Astronominin Bilgi Kaynakları 19
1.4.1. Işın Türleri 21
1.5. Astronomide Kullanılan Araçlar 23
1.5.1. Dürbünler 23
1.5.2. Teleskoplar 23
1.5.3. Uydular 26
Performans 28
Ölçme ve Değerlendirme 29

2. ÜNİTE

2. ÜNİTE: EVRENİ TANIYALIM 30

2.1. Evrenin Yapısı ve Geçmişe Bakış 31
2.2. Genişleyen Evren 36
2.3. Samanyolu ve Güneş Sistemi 40
2.4. Modern Astronominin Doğuşu 46
2.4.1. Kepler Yasaları 47
2.5. Uzaklık ve Görünür Büyüklük 49
2.5.1. Iraksım (Iraklık Açısı Paralaks) 49
2.5.2. Yıldızların Uzaklıkları 54
2.6. Yıldızların Evrimi 58
2.6.1. Yıldızlarda Enerji Üretimi 58
2.6.2. Yıldızların Evrim Aşamaları 60
2.6.3. Kara Delikler 63
2.7. Kara Cisim Işıması ve Yıldızların Işıtması 64
2.7.1. Kara Cisim ve Kara Cisim Işınımı 66
2.7.2. Aydınlatma Gücü (Işıtma) 67
2.8. Yıldızların Parlaklıkları 68
Performans 71
Ölçme ve Değerlendirme 72

3. ÜNİTE

3. ÜNİTE: KON DÜZENEKLERİ VE GÖRÜNÜR HAREKET 74

3.1. Gök Küresi 75
3.1.1. Gök Küresinin Temel Elemanları 76
3.1.2. Takımyıldızlar 78
3.1.3. Günlük Görünür Hareket 80
3.2. Küresel Kon Düzeneği 81
3.3. Coğrafi Kon Düzeneği 84
3.4. Astronomi Kon Düzenekler 86
3.4.1. Çevren Kon Düzeneği 87
3.4.2. Eşlek (Gök Ekvatoru) Kon Düzeneği 90
3.5. Günlük Görünür Hareket 93
Performans 94
Ölçme ve Değerlendirme 95

4. ÜNİTE

4. ÜNİTE: AY VE GÜNEŞ'İN GÖRÜNÜR HAREKETİ 97

4.1. Güneş'in Görünür Hareketi 98

4.1.1. Güneş'in Eşlek Kon Sayıları 101

4.2. Ay'ın Görünür Hareketi ve Evreleri 105

4.2.1. Ay'ın Evreleri 107

4.3. Ay ve Güneş Tutulması 110

4.3.1. Ay Tutulması 110

4.3.2. Güneş Tutulması 111

4.3.3. Ay ve Güneş Tutulmasının Önemi 113

Ölçme ve Değerlendirme 115

5. ÜNİTE

5. ÜNİTE: ZAMAN VE TAKVİM 117

5.1. Zaman 118

5.1.1. Yıldız Zamanı 120

5.1.2. Gerçek Güneş Zamanı ve Gerçek Güneş Günü 121

5.1.3. Ortalama Güneş Zamanı ve Güneş Günü 123

5.1.4. Bölge Zamanı 123

5.2. Takvim 126

5.2.1. Ay ve Güneş Yılı 126

5.2.2. Dünyada En Çok Kullanılan Takvimler 126

5.2.3. Ekli Yıl 128

Ölçme ve Değerlendirme 129

6. ÜNİTE

6. ÜNİTE: UZAY BİLİMLERİ VE UZAY ÇALIŞMALARI 130

6.1. Uzay Bilimleri 131

6.2. Uzay Bilimlerinin Gelişimi ve Uzay Çalışmaları 135

6.2.1. Uzay Çağı Başlıyor 135

6.2.2. Uzaydan Dönen İlk Canlılar 137

6.2.3. Yörüngeden Dönen İlk Canlılar 137

6.2.4. Uzay Çalışmalarının Günlük Yaşama Etkisi 139

6.3. Uzay Çalışmalarında Kullanılan Araçlar 140

6.3.1. Roketler 141

6.3.2. Uzay Mekikleri 142

6.3.3. Uzay Sondaları 142

6.3.4. Yapay Uydular 142

6.3.5. Uyduların Kullanım Alanına Göre Sınıflandırılması 143

6.4. Evrende Hayat Var mı? 144

6.5. Uzaya Seyahat ve Uzayda Yerleşim 147

6.6. Uzay Kolonileri 150

Ölçme ve Değerlendirme 151

Ölçme ve Değerlendirme Cevapları 152

Milimetrik Kâğıt 154

Astronomi Terimleri Sözlüğü 155

Kaynakça 159

Görsel Kaynakça 160

Şekiller 165

Tablolar 165

İnternet Siteleri 166

Türkiye'deki Gözlemevleri 167

Kitapta Kullanılan Semboller 167

Gök Olayları 167

KİTABIMIZI TANIYALIM

- Astronominin Tanımı
- Astronominin Doğuşu
- Astronominin Alt Dalları
- Astronominin Bilgi Kaynakları
- Astronomide Kullanılan Araçlar

Görsel 1.1 Usturlap.

10

Ünite kapağı, ünitenin adını ve ünitede işlenecek konuları içermektedir.

5N 1K

Konulara girişte dikkat çekici ve ilginç motivasyonu sağlayıcı bilgilerdir.

ÖRNEK

Konuyla ilgili çözümlü örnekleri içermektedir.

ETKİNLİK

Öğrencilerin konuyla ilgili kazanımlardaki beceri ve davranışları edinmesine yönelik süreçleri içeren çalışmalardır.

PERFORMANS

Konuyla ilgili bilgilerinizi derinleştirmek ve yeni durumlarda bu bilgilerden yararlanmanızı sağlamak amacıyla hazırlanmış çalışmalardır.

ASTRO-NOT

Konularla ilgili dikkat çekici ilginç bilgilerdir.

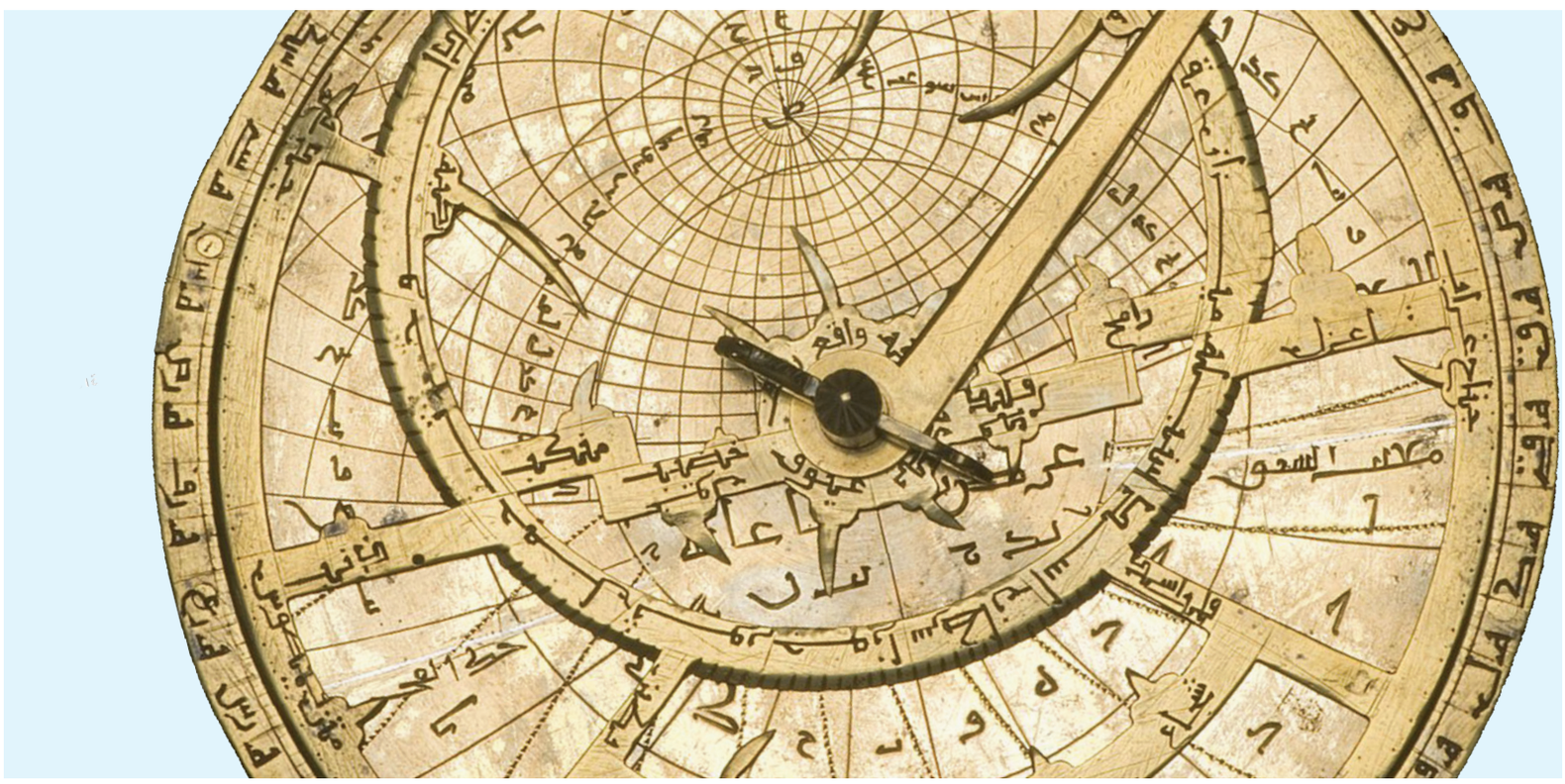
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Etkinlikler sonucu edinilen bilgilerin düzeyini belirler.

ASTRONOMİNİN TANIMI VE GELİŞİMİ

1. ÜNİTE

- Astronominin Tanımı
- Astronominin Doğuşu
- Astronominin Alt Dalları
- Astronominin Bilgi Kaynakları
- Astronomide Kullanılan Araçlar



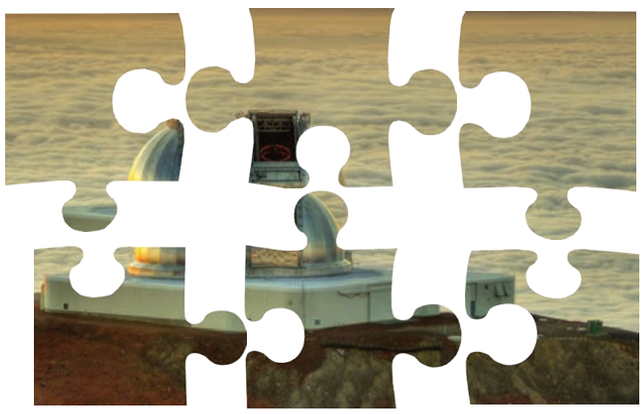
Görsel 1.1 Usturlap.

1.1. ASTRONOMİNİN TANIMI

5N 1K

Görsel 1.2'deki parçaları birleştirdiğinizde ortaya ne çıkar?

Ortaya çıkan görseldeki yapı astronomide hangi amaçlar için kullanılır?

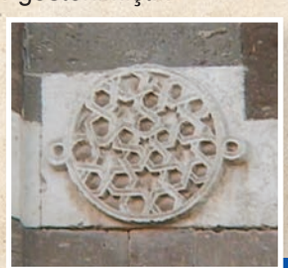


Görsel 1.2 Yap boz.

CACABEY MEDRESESİ

Türk-İslam kültür ve medeniyetinin mimari özelliklerini yansıtan Cacabey Medresesi (Görsel 1.7), Selçuklular Dönemi'nde dinî ilimler yanında pozitif bilimlerin de öğretildiği bir fakülte olarak kullanılmış; gökyüzünün, Güneş'in, Ay'ın, yıldızların hareketlerini inceleyen bir gözlemevi olarak yıllar boyu ayakta kalmıştır.

Selçuklu Dönemi'nde Kılıçarslan'ın oğlu Keyhüsrev zamanında Cebrail İbni Caca tarafından 1272 tarihinde Kırşehir'de yaptırılan Cacabey Medresesi, o dönemde astronomi çalışmalarının yapıldığı bir rasathane olarak kullanılmıştır. Görsel 1.3, 1.4, 1.5 ve 1.6'da duvara işlenen bazı astronomik semboller gösterilmiştir.

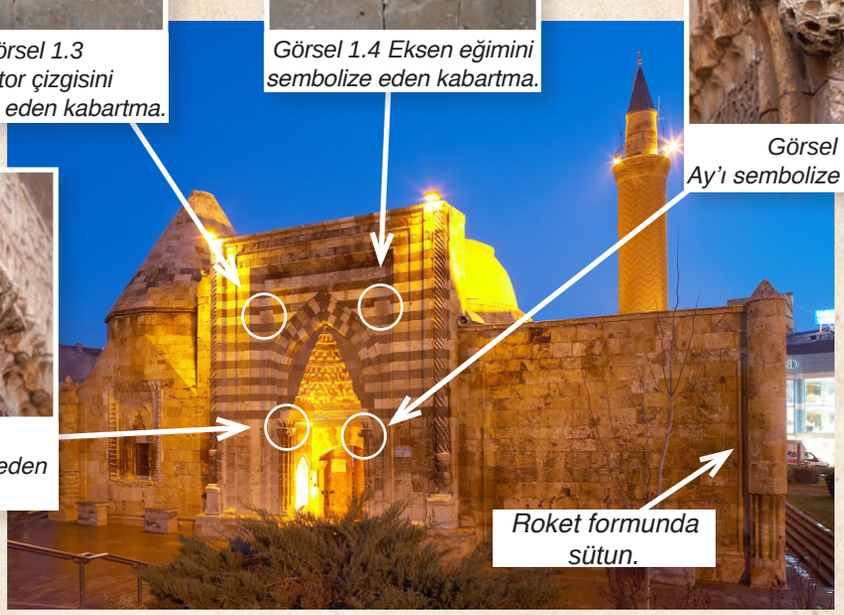


Görsel 1.3 Ekvator çizgisini sembolize eden kabartma.

Görsel 1.4 Eksen eğimini sembolize eden kabartma.

Görsel 1.5 Ay'ı sembolize eden küre.

Görsel 1.6 Güneş'i sembolize eden küre.



Görsel 1.7 Cacabey Medresesi.

1. ÜNİTE
ASTRONOMİNİN TANIMI VE GELİŞİMİ

Bilim ve sanat, insanın varoluşundan günümüze kadar hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Astronominin temel konusu olan gökyüzü olaylarının insanlar tarafından birer mucize olarak değerlendirilmesi bilimsel gelişmelere de ilham kaynağı olmuştur.

Bilim, evrenin ya da olayların bir bölümü hakkında deneye dayalı yöntemler ve gerçeklikten yararlanarak sonuç çıkarma süreci ve bu yolla elde edilen bilgilerin bütünüdür. Astronomi sözcüğü eski Yunancadaki "astron" ve "nomos" sözcüklerinden türetilmiş, "yıldızların yasası" ya da " yıldız bilimi" anlamına gelmektedir.

Astronomi bilimi, tarihsel olarak en önce gelişen temel bilimdir. Astronomi bilimi, insanların gökyüzündeki olayları anlayabilme, güneş tutulması gibi tekrarlayan olayları önceden tahmin edebilme merakından doğmuştur. Evrenin yapısını anlayabilme, evrenin nasıl bir geçmişe sahip olduğu ve nasıl bir geleceğe sahip olacağı konusundaki kuvvetli merak duygusu ile gelişimini sürdürmüştür. Eski bir bilim dalı olan astronomi; matematik, fizik, kimya ve biyoloji temel bilimlerinin gelişmesinde de rol oynamıştır.

Temel bilimler içinde ilk gelişen astronomi bilimi, ilk çağlardan başlayarak günümüze değin sürekli "doğa-insan" ilişkisinin odağında yer almıştır.

Astronomi gökyüzünün gizemini açıklar, yaşadığımız gezegenin kökenine ve insanlığın gelişim sürecine ışık tutar. Astronomi, evrenin küçükten büyüğe tüm yapı taşlarıyla ilgilenir.

Bilim ve teknolojik gelişmeler sayesinde astronomi alanında büyük adımlar atılmıştır. Önceleri evrende gezegenleri olduğu bilinen tek yıldız Güneş iken günümüzde Güneş gibi gezegenlere sahip olan yıldızlar keşfedilmiş olup gezegenli yıldızların sayısı hızla artmaktadır.

ASTRO-NOT

Astronomi : Astronomi, gök cisimlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, konumlarının hesaplanması gibi konular yanında evrenin yapısı, nasıl oluştuğu ve evriminin nasıl olduğu gibi konular ile ilgilenir.

Matematik :Biçim, sayı ve çoklukların yapılarını, özelliklerini ve aralarındaki bağıntıları mantık yoluyla inceleyen bilim dalıdır.

Fizik : Madde üzerine etki eden kuvvetlerin yol açtığı ve maddenin bileşiminde değişimin meydana gelmediği olayları inceleyen, mekanik, ısı, elektrik ve manyetizma gibi alt dalları olan bilim dalıdır.

Kimya : Maddelerin yapısını, bileşimini, birbirine dönüşümünü, analizini, sentezini ve elde ediliş yollarını inceleyen bilim dalıdır.

Biyoloji : Canlıların köken, yapı, gelişme, çalışma, dağılış, büyüme ve üremelerini inceleyen bilim dalıdır.

ETKİNLİK 1.1

Çevrenizdeki insanların astronomi bilimine ilgilerini araştıran bir anket uygulayınız. Ankette aşağıdaki sorulara yer verebilirsiniz:

1. Sizi etkileyen bir gökyüzü olayını (Ay tutulması, Güneş tutulması, kuyruklu yıldız gözlemi, gökyüzündeki cisimlerin hareketleri, kar ve yağmur yağışı vb.) anlatınız.
2. Bugüne kadar gökyüzünde ilginizi çeken herhangi bir gök cismi oldu mu? Olduysa bu gök cismi nedir?
3. "Astronomi" denince aklınıza ilk gelen nedir?
4. Bildiğiniz temel bilimleri söyler misiniz?
5. Bu temel bilimlerden hangisi sizce daha eskidir?

Anket sonucuna göre bir rapor hazırlayınız. Raporlarınızı sınıfta sununuz.

ETKİNLİK 1.2

Tablo 1.1 Bazı astronomik kavramlar.

Ay	.....	**Fizik**	.....
Güneş	.....	**Kimya**	.....
Biyoloji	.....	**Matematik**	.....
Işık	.....	**Astronomi**	.....

Tablo 1.1'i inceleyerek kavramların karşısına aklınıza gelen ilk sözcüğü yazınız.

Tablo 1.2 Astronomi kavramların eşleştirilmesi.

Kökenleri, evrimleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından gök cisimlerini inceler.	.....
Biçim, sayı ve çoklukların yapılarını, özelliklerini ve aralarındaki bağıntıları mantık yoluyla inceleyen bilim dalıdır	.....
Madde ile enerji arasındaki etkileşimi inceleyen, doğada gerçekleşen olaylar ile ilgili açıklamalar üreten bilimdir.	.....
Maddelerin yapısını, bileşimini, birbirine dönüşümünü, analizini, sentezini ve elde ediliş yollarını inceleyen bilim dalıdır.	.....
Canlıların köken, yapı, gelişme, çalışma, dağılış, büyüme ve üremelerini inceleyen bilim dalıdır.	.....
Hem boşlukta hem de maddesel ortamda yayılabilen bir enerji türüdür.	.....
Dünya'ya en yakın yıldızdır.	.....
Dünya'nın tek doğal uydusudur.	.....

Ay	Yıldız	Işık	Matematik	Kimya	Güneş	Astronomi	Biyoloji	Fizik

Tablo 1.2'yi inceleyerek altta verilen kavramları doğru şekilde eşleştirerek noktalı yerlere yazınız.

Tablo 1.1'de yazdığınız sözcükler Tablo 1.2'deki tanımların içinde geçiyor mu? İnceleyiniz.

1.2. ASTRONOMİNİN DOĞUŞU

5N 1K

KERVAN

İsfahan şehrinde Hasan adında genç bir kervancı yaşardı. Kervan sahipleri kervanlarını çok güvendikleri Hasan'a gönül rahatlığıyla teslim ederler ve onun, kervandaki malları kendi malıymış gibi koruyup gözeteceğini bilirlerdi.

Günlerden bir gün Hasan İsfahan'dan kuzeydoğudaki Meşhed'e gitmek üzere kumaş yüklü deve kervanıyla yola çıkar. Kervan birkaç gün sonra Deştikebir Çölü'ne varır. İlk bakışta uçsuz bucaksız gibi görünen bir kum yığını gözlerinin önünde uzayıp gitmektedir. Bir kuyudan su tedarikini yapan kervan çöle girer. Aradan geçen bir hafta sonunda kervan ağır ağır ilerlemeye devam etmektedir. Hasan gece gündüz demeden yol alarak kervanı Meşhed'e ulaştırmayı başarır.

Hasan kervanını (Görsel 1.8) Meşhed'e ulaştırırken özellikle geceleri yön bulma konusunda nasıl bir yol izlemiş olabilir?

Görsel 1.8 Deve kervanı.

İlk çağlarda günlük yaşam bugünkü kadar karmaşık değildi. Atmosfer daha temiz, açık ve gözlem yapmaya uygundu. İnsanlar gökyüzü ile daha çok ilgilenebiliyordu. İlgilerini çeken her şeyi kayalara işlemişlerdi. Bunlardan bazıları günümüze ulaşabilmiştir..

Astronominin gelişimi tarım çalışmaları ile başlamıştır. Tarım, mevsimlerin zamanını önceden bilmek için takvim bilgisine ihtiyaç duyar. Takvim ise gök cisimlerinin hareketlerinin bilinmesi ve anlaşılması demektir.

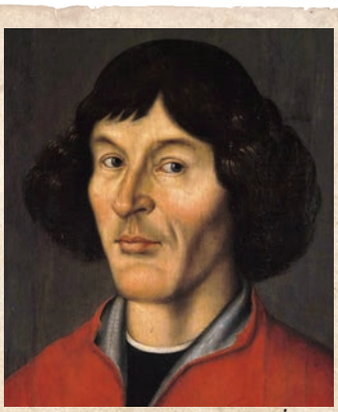
Mısırlılar takvim ile yakından ilgilenmişlerdir. Çünkü Nil Nehri onların yaşam kaynağıydı, her yıl aynı dönemde taşıyordu. Toprağın sürülmesi, tohum ekimi ve ürün toplama gibi tarımsal çalışmalar için en elverişli zamanların bilinmesi takvim çalışmalarının önemini artırmıştır.

Eski çağlarda insanlar tarımsal çalışmalarını gerçekleştirebilmek, gece yolculuklarında kervanlarına yön verebilmek, dinî günleri belirlemek gibi ihtiyaçlardan dolayı astronomiye ilgi duymuşlardır. Böylece astronomi günlük yaşama girmiştir.

Günümüz astronomisindeki temel bilgi ve gözlem aletlerinin gelişmesine katkıda bulunan Batılı bilginlerden Nicolaus Copernicus'i (Nikolas Kopernik) ve Türk-İslam bilginlerinden de Ali Kuşçu'yu örnek olarak verebiliriz.

NİCOLAUS COPERNİCUS (NİKOLAS KOPERNİK)

1473 yılında Polonya'nın Toruń kentinde doğmuştur. Craców (Krakov), Bologna (Bolonya), Padua (Paduva) ve Ferrara (Firara) üniversitelerinde teoloji, hukuk ve tıp öğrenimi görmüş, eğitimini tamamladıktan sonra Frauenburg (Fraunbörg) Katedrali'ne papaz olarak atanmıştır. Ancak Kopernik (Görsel 1.9) öncelikle astronomiye ilgi duymuş, üniversite yıllarında İtalya'nın ünlü astronomlarıyla tanışmış ve onlardan almış olduğu derslerle bu alandaki bilgisini geliştirme imkânı bulmuştur.



Görsel 1.9 KOPERNİK (Temsilî çizim).

Kopernik'ten önce Samoslu (Bugünkü Sisam adası) Aristarchus (Aristarkus) (M.Ö 312-230) ilk kez güneş merkezli evren modelini ileri sürmesine rağmen Kopernik kadar etkili olmamıştır. Kopernik, Güneş merkezli evren modelinin temel prensiplerini ortaya koyduktan sonra yaşamının hemen hemen otuz yılını bunu bir hesaplama sistemi hâline getirme çabasıyla geçirmiştir. Sonunda çok eleştirildiği gibi karmaşık da olsa, yerküre merkezli sistemin karşısına, ayrıntılı hesaplama imkânına sahip bir ikinci sistemi koyabilmiştir. Kopernik, hesaplama tekniği ile gözlem sonuçlarını Batlamyus'un "Büyük Bileşim" isimli meşhur kitabından almış olmasına rağmen, Orta Çağ biliminde en büyük çığırı açmış; modern astronomiye, modern fiziğe ve modern bilimsel düşünce anlayışına giden yolu açarak Yeni Çağ'ın öncüsü olmuştur.

1543 yılında "Gök Kürelerinin Hareketi" adlı kitabın yayımlanması Rönesans'ın en önemli olaylarından biridir. Bunun özellikle astronomideki, genellikle doğa bilimlerindeki ve tüm insan düşüncesindeki etkileri çok derindir. Her ne kadar bazı noktalarda eskiye bağlı kalmışsa da Kant'ın (1724- 1804) belirttiği gibi getirmiş olduğu görüş kökten bir değişikliğin sembolüdür. Bu yüzden bu kitap, bilim tarihi açısından Orta Çağ ile Yeni Çağ'ı birbirinden ayıran önemli bir yapıttır.

https://irgp2.ru/tr/kto-takoi-nikolai-kopernik-kto-takoi-nikolai-kopernik-otkrytiya/ adresinden özetlenmiştir.

ALİ KUŞÇU

15. yüzyılda yaşamış, önemli bir astronomi ve matematik bilginidir. Babası, Timur'un (1369-1405) torunu olan Uluğ Bey'in (1394-1449) doğancıbaşısı idi. "Kuşçu" lakabı buradan gelmektedir. Ali Kuşçu (Görsel 1.10), Semerkant'ta doğmuş ve yetişmiştir. Burada Uluğ Bey de dâhil olmak üzere önemli bilim insanlarından matematik ve astronomi dersleri almıştır.

Görsel 1.10 Ali KUŞÇU (Temsilî çizim).

Ali Kuşçu, Semerkant Gözlemevinin sorumlusu olarak gözlemevinin başına geçmiştir.Bu görev, Uluğ Bey'in meşhur eseri "Şerh-i Zîc-i Uluğ Bey"in hazırlanmasında önemli katkılar sağlamıştır. Uluğ Bey bu eserinde Batlamyus'un (MS 85 - 165) Almagest adlı eserinin ve Meraga Gözlemevinde yapılan "zîc"in (yıldız kataloğu, almanak) hatalarını ortaya koyarak eseri düzeltmeye çalışmıştır.

Uluğ Bey, Ali Kuşçu'yu Fatih Sultan Mehmet'e elçi olarak göndermiştir. Bir kültür merkezi oluşturmanın şartlarından birinin de bilim adamlarını bir araya toplamak olduğunu bilen Fatih Sultan Mehmet, Ali Kuşçu'ya İstanbul'da kalmasını ve medresede ders vermesini teklif eder. Ali Kuşçu bu teklifi kabul eder, Tebriz'e dönerek elçilik görevini tamamlar ve tekrar İstanbul'a geri döner. İstanbul'a gelen Ali Kuşçu, Ayasofya'ya müderris olarak atanır. Ali Kuşçu, burada Fatih Külliyesinin programlarını hazırlamış ve astronomi matematik dersleri vermiştir. Ayrıca İstanbul'un enlem ve boylamını ölçmüş, çeşitli güneş saatleri yapmıştır. Verdiği dersler olağanüstü rağbet görmüş, önemli bilim adamları tarafından izlenmiştir. Bu durum 16. yüzyıldaki eserlerde etkisini göstermiştir.

Ali Kuşçu'nun astronomi ve matematik alanında yazmış olduğu birçok eser vardır. Bunlardan biri, Otlukbeli Savaşı sırasında bitirilip zaferden sonra Fatih Sultan Mehmet'e sunulduğu için "Fethiye" adı verilen astronomi kitabıdır. Eser üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde gezegenlerin küreleri ele alınmakta, gezegenlerin hareketlerinden bahsedilmektedir. İkinci bölüm yerkürenin şekli ve yedi iklim üzerinedir. Son bölümde ise Ali Kuşçu, yerküreye ilişkin ölçüleri ve gezegenlerin uzaklıklarını vermektedir.

Ali Kuşçu'nun Astronomi Eserleri:

1.1. Şerh-i Zîc-i Uluğ Bey: Süleymaniye, Carullah, Nu. 1493.
1.2. Risâle fî Halli Eşkâli Mu'addili'l-Kamer li'l-Mesîr (Fâide fî Eşkâli 'Utârid): Topkapı Sarayı Müzesi Kütüphanesi, III. Ahmet, Nu. 3843.
1.3. Risâle fî Asli'l-HâricYumkin fî's-Sufliyyeyn: Bursa İl Halk Kütüphanesi, Hüseyin Çelebi, Nu. 751/8.
1.4. Şerh 'ale't-Tuhfeti'ş-Şâhiyye fi'l-Hey'e: Süleymaniye, Ayasofya, Nu. 2643.
1.5. Risâle der 'İlm-i Hey'e: Süleymaniye, Ayasofya, Nu. 2640/1.
1.6. El-Fethiyye fî 'İlmi'l-Hey'e: Süleymaniye, Ayasofya, Nu. 2733/1.
1.7. Risâle fî Halli Eşkâli'l-Kamer: Bursa İl Halk Kütüphanesi, Hüseyin Çelebi, Nu. 751/7.

Yıldız, Bir Dilci Olarak Ali Kuşçu ve Risâle fî'l-İsti'âre'si, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 2002, s.10-14' ten özetlenmiştir.

Türk-İslam bilginlerinin eserleri 10. yüzyıldan itibaren Latince ve diğer Batı dillerinde tercüme edilmeye başlanmıştır. Batılı bilim insanları bu kaynaklardan yararlanarak günümüz astronomisini oluşturmuşlardır.

ETKİNLİK 1.3

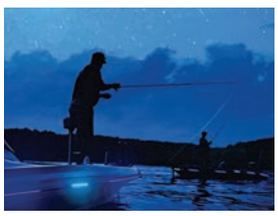
- Takvim, saat gibi zamanı belirlemeyi ve pusula gibi yön bulmayı sağlayan araçların olmadığı bir dönemde yaşadığınızı düşünerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Görsel 1.11

- Tarımda ekim ve dikim (Görsel 1.11) zamanını nasıl belirlerdiniz?

Görsel 1.12

- Deniz ve nehir kıyılarında (Görsel 1.12) yapacağınız barınakları nasıl planlardınız?



Görsel 1.13

- Geceleri denizde balık avlarken (Görsel 1.13) yönünüzü nasıl belirlerdiniz?

Görsel 1.14

- İbadet zamanlarınızı ve dinî tören günlerinizi (Görsel 1.14) nasıl belirlerdiniz?
- Astronomi biliminin ortaya çıkış sebepleri neler olabilir?

ETKİNLİK 1.4

Sınıf dört gruba ayrılır. Grup üyeleri, bir hafta önceden aşağıdaki konularda araştırma yapar.

1. Grup: Astronomi ile ilgili yazılı ilk metinler.
2. Grup: Astronomiye katkıda bulunan ünlü yabancı astronomların adları ve resimleri.
3. Grup: Astronomiye katkı sunan ünlü Türk ve İslam astronomlarının adları ve resimleri.
4. Grup: 2000 yılından bugüne kadar yapılan astronomi çalışmaları.

Gruplar çalışmalarını poster, slayt vb. şekillerde sunarak astronominin doğuşunu ve ilk çağlardan bugüne kadarki gelişimini değerlendirir.

1.3. ASTRONOMİNİN ALT DALLARI

5N 1K

NEMRUT DAĞI HEYKELLERİ

Adıyaman ilimizin Nemrut Dağı zirvesinde 2000 yıl önce yaşamış bir medeniyet olan Kommagene Krallığı'ndan kalan önemli bir kalıntı vardır. Yaklaşık 1,75 m yüksekliğinde ve 2,40 m enindeki levha sağa doğru dönerek yürüyen bir aslanı (Görsel 1.15) göstermektedir. Kum taşından yapılmış aslan kabartmasının üzerindeki ay ve yıldızlar, onu çevredeki diğer kalıntı ve heykellerden ayırmaktadır. Aslanın vücudu çok sayıda yıldızla bezenmiştir, boynunda bir hilal vardır. 8 ışınla karakterize edilmiş küçük yıldızlardan farklı olarak aslanın üzerinde sıralanan üç büyük yıldız şekli 16 ışınlıdır ve yapılan araştırmalarda bunların yıldız değil "Jüpiter, Merkür ve Mars" gezegenleri olduğu belirlenmiştir. Heykel ilk olarak arkeologlar tarafından 1882 yılında keşfedilmiştir. Bu aslanlı heykel, yıldız konumlarını gösteren dünyanın en eski kalıntısı ve çizimi olarak kabul edilmektedir.

Görsel 1.15

Nemrut Dağındaki aslanlı rölyef.

Arkeoastronomi alanında yapılan çalışmalar sonucu yıldızların konumları "Ay, Mars, Merkür ve Jüpiter" gezegenlerinin birbirleriyle yaptığı açılar göz önünde bulundurulduğunda bu duruma uyan en uygun tarihin milattan önce 98 yılının 17 Temmuz'u olduğu hesap edilmiştir.

Astronomi her bilim ile ilgilidir. Astronomi verilerinin değerlendirilmesi sırasında matematik, fizik, kimya ve biyolojiden; gözlemevlerinin yerlerinin tespit edilmesi sırasında da coğrafya ve meteoroloji bilimlerinden yararlanılır.

Astronomideki gelişmeler sonucu roket, uydu, uzay gemisi ve uzay seyahati çalışmaları hız kazanmıştır. Ülkeler bilim, teknik ve ekonomik güçlerini birleştirerek kısa zamanda verimli çalışmalar yapabilmek için birlikte çalışmayı benimsemiştir. Bu birleşmeden sonra geniş ölçüde bilgi birikimi oluşmuştur. Konuları gruplara ayırarak çalışma yapmanın gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Astronomi çok geniş bir çalışma alanına sahip olup aşağıda belirtilen alt dallara ayrılabilir:

Astrofizik : Gök cisimlerinin fiziksel yapıları yanında gerek gök cisimleri ve gerek yıldızlar arası ortamdaki madde ve ışınım arasındaki etkileşimler ile ilgilenir.

Astromatematik : Çekim kuvveti altındaki gök cisimlerinin yörüngelerinin hesaplanması, gözlemsel verilerin sayısal olarak değerlendirilmesini konu edinir.

Astrokimya : Gök cisimlerinin ve yıldızlar arası ortamın kimyasal yapısı ile ilgilenir.

Astrobiyoloji : Evrenin herhangi bir yerindeki canlı yaşamın oluşumu ve gelişimi ile ilgilenir.

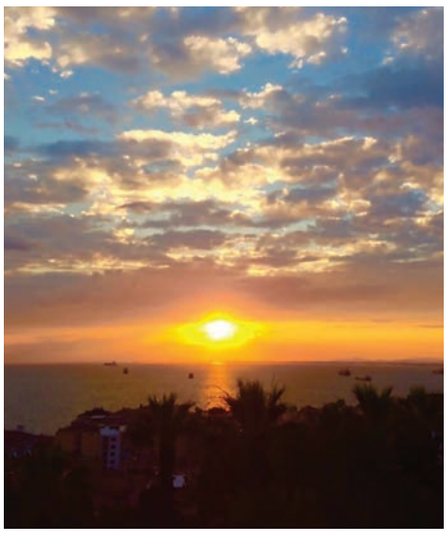
Arkeoastronomi : Eski çağlardaki astronomi hakkında fikir sahibi olabilmek için arkeolojik kalıntılar üzerinde yapılan çalışmaları kapsar.

Astrojeoloji : Güneş sistemindeki gezegenlerin, gök taşlarının ve diğer cisimlerin yapıları, oluşum ve gelişimini konu edinir.

ÖRNEK 1.1

Astronominin adli tıpta uygulanmasına bir örnek olarak CMUK'un (Ceza Muhakemeleri Usulü Kanunu) 85. maddesi verilebilir. Bu maddede belirtilen keşif görevi için olay yeri, tarihi ve saati bildirilerek Ay durumu (doğuş ve batış saatleri), bu duruma uygun keşfe çıkılabilecek tarih ve saatler istenir.

"Gece tespiti" yapılabilmesi için Güneş'in doğuş ya da batış anları (Görsel 1.16), bazı dosyalarda havanın olay saatinde kararıp kararmadığı, ezan saatleri, normalde Güneş'in günlük hareketlerine göre düzenlendiğinden olay zamanı ezan sesine göre belirtilmişse ilgili zaman tespiti istenir.



Görsel 1.16 Gün batımı.

Ceza Hukuku'nda gecenin önemi; havanın kararması etkisi ile kişilerin savunmasız ve mal varlıklarının daha korunmasız olması sonucunda, suçun kolay işlenebilmesi ve tasarlama unsuru taşıması ihtimali olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak TCK'nin (Türk Ceza Kanunu) 502. maddesine göre "Güneş doğmadan bir saat öncesi ve Güneş battıktan bir saat sonrası gece" olarak belirlenmişse de ortalık, olay tarihi, çevre, coğrafi ve meteorolojik koşullara bağlı olarak Güneş'in doğmasından iki saat öncesinden ve batmasından sonraki iki saate kadar yarı aydınlık (tan) olabilir.

ETKİNLİK 1.5

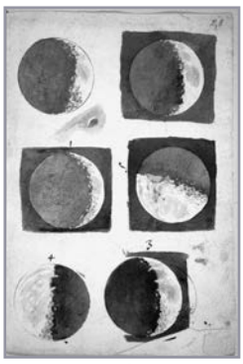
- Astronomiyi, alt dallarını ve astronominin diğer bilim dalları ile ilişkilerini göz önünde bulundurarak tablodaki kutucukları doldurunuz.

Bilgi	İlgili Bilim Dalı/Dalları	İlgili Alt Bilim Dalı/Dalları
Güneş'te hidrojenin helyuma dönüşümü ile enerji üretimi.		
Gökyüzü olaylarını anlatan tarihî ve arkeolojik eserleri inceleme.		
Saatte 50 000 km hızla Dünya'dan fırlatılan bir mekiğin atmosferi ne kadar zaman sonra terk etmesi gerektiği.		
Evrende hayat belirtisinin olup olmadığıyla ilgili çalışmalar.		
Başka gök cisimlerinden getirilen numunelerin içeriğini inceleme.		
Yıldızlardan gelen ışık tayfını inceleme.		
Uyduların Dünya etrafındaki yörünge hareketlerini inceleme ve yörüngelerini hesaplama.		

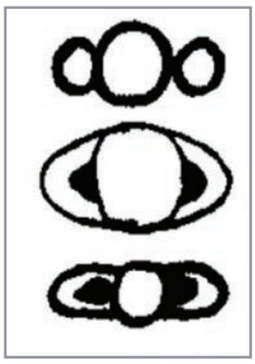
- Tablodaki kutucukları doldururken nelere dikkat ettiniz? Açıklayınız.

1.4. ASTRONOMİNİN BİLGİ KAYNAKLARI

5N 1K



Görsel 1.17
Ay'a ait çizimler.



Görsel 1.18 Satürn'e ait çizimler.

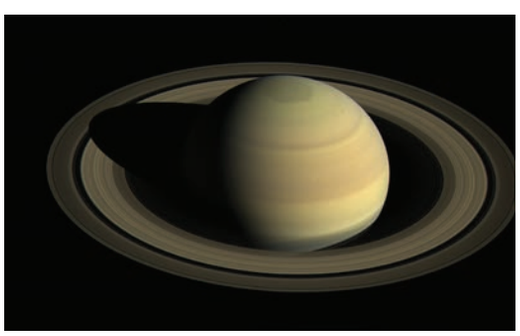
Görsel 1.19
Güneş'e ait çizim.

Galileo Galilei'nin (Galileyo Galileyi) 1609-1610 yıllarında teleskop kullanarak yaptığı gözlemlere ait çizimler incelendiğinde (Görsel 1.17, 1.18 ve 1.19) Ay yüzeyinin sanıldığı gibi düz değil, girintili çıkıntılı olduğu, Satürn'ün etrafında gezegene ait uydular bulunduğu, Güneş üzerindeki karartıların yerküre ile Güneş arasındaki gök cisimlerinin gölgelerinden kaynaklanmadığı, bunların Güneş'in yüzeyindeki lekeler olduğu anlaşılmaktadır.

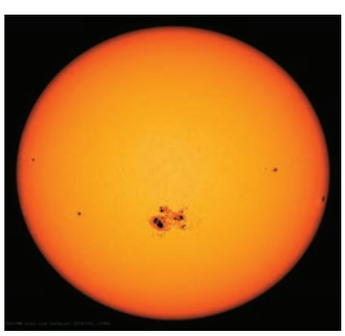
Tekrarlanan gözlem ve deneylerle mevcut bilgi birikimi düzeyinde doğruluğu büyük ölçüde kabul edilmiş ancak yine gözlem ve deneyler yoluyla yanlış olma olasılığı bulunan, öngörülerinde doğru çıkmış hipoteze teori (kuram) denir. Teoriler; gözlem, deney, akıl yürütme ve mantık yollarıyla her defasında doğrulanabilmelidir. Astronomi, genel olarak gök cisimlerini uzaktan gözlemler ve bu gözlemler sonucu kuramsal çalışmalar yapar. Örneğin, farklı yıldızları gözlemleyerek elde edilen verilerden hareketle yıldızların evrimi hakkında kuramlar oluşturulmuştur.

Günümüzün gelişmiş teleskopları kullanılarak elde edilen fotoğraflar (Görsel 1.20, 1.21 ve 1.22) incelendiğinde Galile'nin çıkarımlarının oldukça başarılı olduğu görülür.

Görsel 1.20
Ay



Görsel 1.21
Satürn



Görsel 1.22
Güneş

Modern teleskoplar kullanılarak alınan görüntüler sayesinde Galilei'nin basit bir teleskopla yaptığı gözlemler sonucunda Satürn'ün etrafında gezegene ait uydu olarak yorumladığı ve çizimlerle gösterdiği cismin aslında uydu olmadığı, gezegenin etrafında dolanan küçük cisimlerden oluşan bir halka olduğu anlaşılmıştır.

Astronomik gözlemin vazgeçilmez unsuru gök cisminden gelen ışıktır. Uzayda gök cisimleri arasında çok büyük uzaklıklar bulunduğundan astronomide veri uzaktan gözlem yoluyla elde edilir. Ay'dan getirilen kayalar ile Mars gezegenine indirilen araçlar sayesinde yüzeyi ve atmosferi incelenebilmektedir. Genel olarak bakıldığında gök cisimleriyle ilgili tüm bildiklerimiz, gök cisimlerinden bize kadar ulaşan ışığın incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucu elde edilir.

Görünür ışık (optik ışık) dışında göremediğimiz ve hem astronomide hem de teknolojide kullanılan başka ışınlar da vardır. Gözlemsel astronomi, kullanılan ışığın cinsine göre şu alt sınıflara ayrılır: "radyo astronomi", "kızıl ötesi astronomisi", "optik astronomi", "X-ışın astronomisi", "mor ötesi astronomi", "gama ışın astronomisi", "nötrino astronomisi" ve "çekimsel dalga astronomisi".

ETKİNLİK 1.6

- Aşağıdaki Ay gözlem formunu kullanarak bir ay içinde beş farklı günde Ay'a ait görünümleri kurşun kalem ile çiziniz.

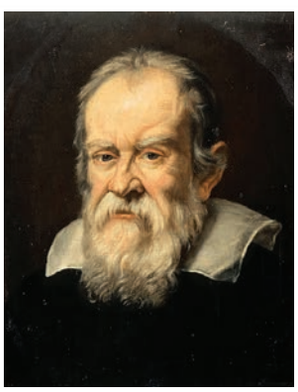
AY GÖZLEM FORMU

TARİH	SAAT	AY'IN ŞEKLİ

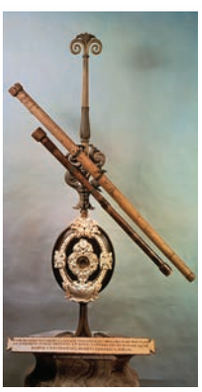
- Yaptığınız çizimlere göre Ay ile ilgili neler söylenebilir?
- Astronomide kuramsal çıkarımlar için gözlem yapmanın önemi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
- Gözlemi etkileyen faktörler nelerdir ?
- Gözlem yapmaya uygun olmayan günlerin telafisi mümkün müdür?

ASTRO-NOT

2009 yılı, Galilei'nin teleskop ile gökyüzü gözleminin 400. yılı olması sebebi ile Dünya Astronomi Yılı olarak kutlanmıştır. Görsel 1.23'te Galilei'nin portresi ve kullandığı teleskop (Görsel 1.24) gösterilmiştir.

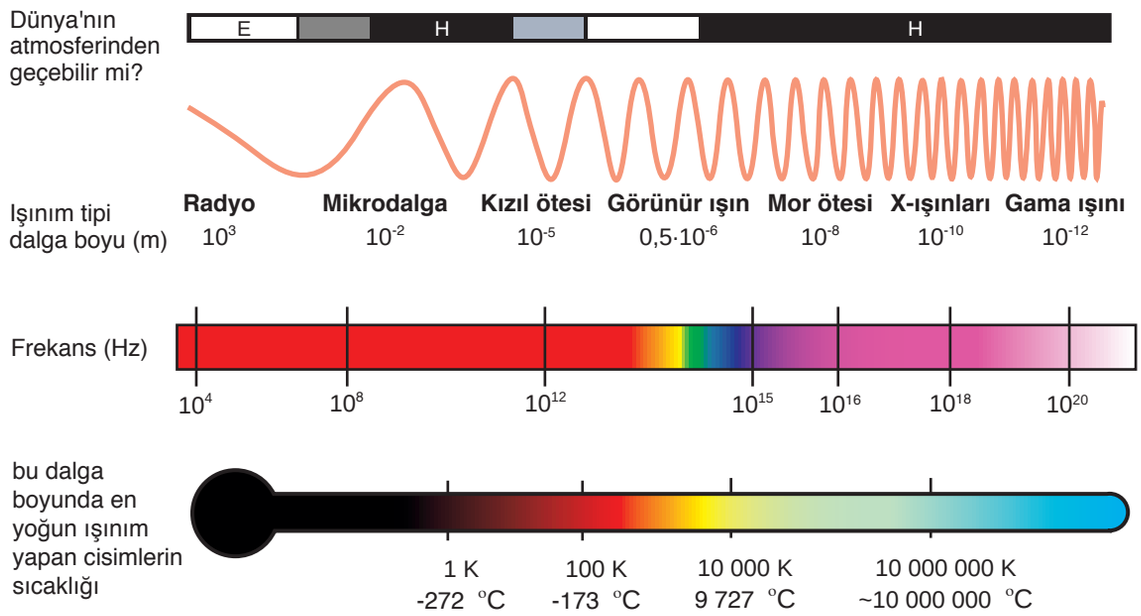


Görsel 1.23 Galilei



Görsel 1.24 Galilei'nin Teleskobu.

1.4.1. IŞIN TÜRLERİ



Gama Işınları: 0,01 nanometreden (1 nanometre = 10^{-9} metre) daha küçük dalga boylu ışınlardır. Bir atom çekirdeğinin çapından daha küçük dalga boylu dalgalar içerir. Bu elektromanyetik tayfın en yüksek enerjili ve frekanslı bölgesidir. Şiddetli nükleer tepkimeler sırasında oluşur.

X-ışınları: 0,01 ile 10 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlardır (bir atomun boyu kadar). Alman fizikçi **Wilhelm Conrad ROENTGEN (**Vilhelm Konred Röntgın**)** tarafından keşfedilmiştir. Sınıflandırmada nereye ait olduklarını bilmediği için onlara X-ışınları adını vermiştir. X-ışınları yüksek enerjili elektronların yavaşlatılması veya atomların iç yörüngelerindeki elektron geçişleri ile meydana gelen elektromanyetik dalgalardır. X-ışınları yumuşak maddelerin içine geçebilir.

Mor Ötesi (UV) Işın: 10 ile 310 nanometre arasında dalga boyuna sahip ışınlardır (yaklaşık olarak bir virüs boyutunda). Genç ve sıcak yıldızlar bol miktarda mor ötesi ışık üretir. Mor ötesi ışık kaynakları, mor ötesi lambaları, gaz deşarjları ve sıcak yıldızlardır. Kısa dalga boylu mor ötesi ışınlar zararlı olabilir.

Görünür Işın: 400 ile 700 nanometre dalga boyları arasındaki ışınları kapsar (bir molekül ile hücre arası boyutlar). Elektromanyetik tayfın "ışık" denen bu dar bölümündeki ışınları insan gözü görebilmektedir. Tayfın bu bölümünde mordan kırmızıya kadar bütün renkler yer alır.

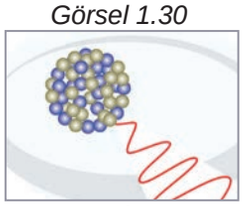
Kızıl Ötesi (IR) Işın: 710 nanometreden 1 milimetreye kadar dalga boyuna sahip ışınları kapsar (iğne ucu ile küçük bir tohum arasındaki boyutlar). Bütün sıcak ve soğuk maddeler tarafından yayımlanır. Madde tarafından kolayca soğurulabildiğinden üzerine düştüğü maddeyi ısıtır. Bu nedenle kızıl ötesi ışınıma" ısı radyasyonu" da denir. Ortalama olarak 37 °C sıcaklığa sahip olan insan vücudu 900 nanometre dalga boylu kızıl ötesi ışıması yapar.

Mikrodalga Işın: 1 milimetre ile 1 metre arası dalga boylarına sahip ışınları kapsar. Radarlarda kullanılan ışınlar, çok kısa dalga boylu radyo dalgalarıdır. Aynı zamanda mikrodalga fırınlarda ve kablo gerektirmeyen uzak mesafe iletişimlerinde kullanılır.

Radyo Dalgaları: Dalga boyları 1 milimetreden uzun dalgalardır. Dalga boyları çok uzun olduğundan enerjileri çok düşüktür. Bu nedenle düşük sıcaklıklara karşılık gelir. Radyo dalgaları her yerde bulunabilir (Arka alan ışınımında, yıldızlar arası gaz ve toz bulutlarında ve süpernova patlamalarının soğuk kalıntılarında). Bunların kaynakları elektrik (yani elektron) titreşimleridir. Cep telefonları ile radyo ve televizyon yayınlarının aktarılmasında kullanılır.

ETKİNLİK 1.7

- Tablodaki görselleri dikkate alarak ilgili kutucukları araştırma yaparak doldurunuz.

Görsel	Işın Türü	Işın Kaynağı	Diğer Kullanım Alanları	Dalga Boyu Aralığı
Görsel 1.25				
Görsel 1.26				
Görsel 1.27				
Görsel 1.28				
Görsel 1.29				
Görsel 1.30				
 *Görsel 1.31*				

- Günlük yaşantıda ışın türlerinden hangileri için önlem almak gerekir? Neden?
- Farklı dalga boylarında görme yeteneğine sahip canlıları araştırınız.

1.5. ASTRONOMİDE KULLANILAN ARAÇLAR

5N 1K

Gök cisimlerini gözlemleyebilmek için hangi tür gözlem araçlarının kullanıldığını biliyor musunuz?

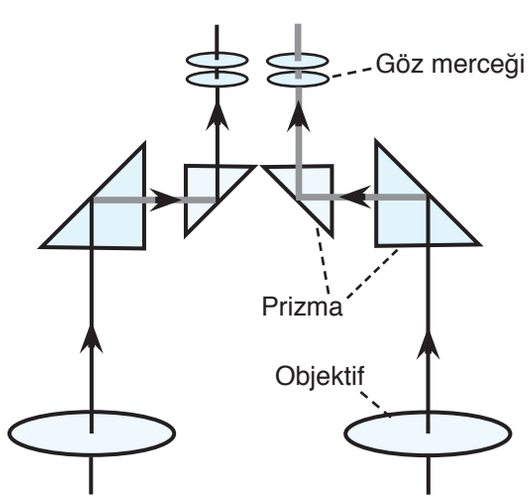
Görsel 1.32

1.5.1. DÜRBÜNLER

Gökyüzü gözlemlerine yeni başlayanlar için belki de en önemli gözlem aracı dürbünlerdir. Dürbünler, hafif ve kolay taşınabilir olmalarının yanında sağladıkları geniş görme alanı sayesinde gözleme yeni başlayanların vazgeçilmez gözlem araçlarıdır. Aslında birçok profesyonel gözlemci, yanlarında mutlaka kaliteli bir dürbün bulundurur.

Dürbünün önündeki ışığı toplamaya yarayan büyük merceğe **objektif**, gözümüzü dayayıp baktığımız küçük merceğe ise **göz merceği** (oküler) denir.

Merceğe gelen ışık miktarı içerideki prizmalar aracılığıyla göz merceğine odaklanır ve bu sayede büyütme ve görüntü sağlanmış olur.



1.5.2. TELESKOPLAR

İlk teleskoplar Hollandalı bir gözlükçü olan Hans Lippershey (Hans Lipırşi) tarafından 1608 yılında yapılmıştır. Böyle bir aletin varlığını öğrenen Galile de bir tüpün içindeki iki mercekten oluşan basit bir teleskop yapmış, bu teleskobu ve sonradan yaptığı daha büyük teleskopları birçok astronomi keşfinde kullanmıştır.

Teleskoplar genel olarak objektif (birincil mercek ya da ayna), göz merceği, optik parçaları taşıyan ve onları aynı eksen üzerinde tutan bir tüpten oluşur.

Teleskoplar, kullanılan dalga boyu açısından temel olarak beş sınıfa ayrılır:

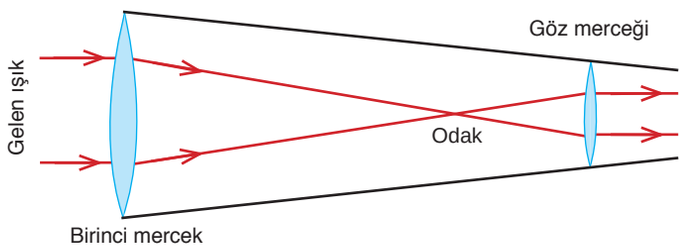
1. Optik teleskoplar
2. Radyo teleskopları
3. X-ışını teleskopları
4. Kızıl ötesi ışını teleskopları
5. Gama ışını teleskopları

Çoğumuzun tanıdığı optik teleskoplar (Görsel 1.33) ise yapılarına göre "kırıcı (mercekli) teleskoplar", "yansıtıcı (aynalı) teleskoplar" ve "melez (mercekli-aynalı) teleskoplar" olmak üzere üç sınıfa ayrılır.

Görsel 1.33 Optik teleskop.

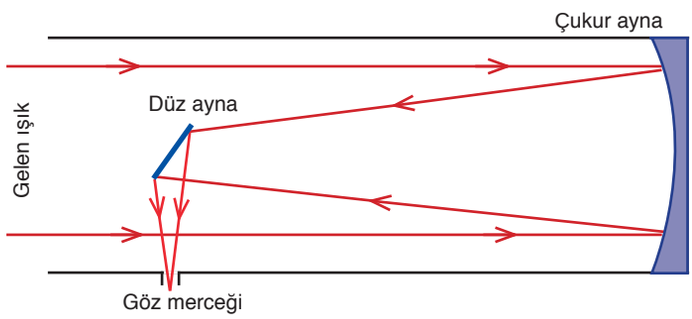
1.5.2.a. Optik Teleskoplar

Kırıcı (Mercekli) Teleskoplar: Bu tür teleskoplarda uzun bir tüp içerisinde iki mercek vardır. Tüpün üst ucunda geniş bir mercek (birinci mercek), diğer ucunda ise küçük bir göz merceği (oküler) yer alır. Işık büyük mercekten geçerek küçük bir demet hâlinde göz merceğine gelir. Mercekli teleskoplar, en yaygın teleskop türüdür.



Yansıtıcı (Aynalı) Teleskoplar: Aynalı teleskoplar birçok şekilde kurgulanabilmektedir. En bilinen türü, Isaac Newton (Ayzek Nivtın) tarafından geliştirilen ve onun adıyla anılan Newtonian (Nivtonyın) teleskoplarıdır. Bu teleskoplar, ışığı toplayan bir çukur aynaya ve bu çukur aynadan gelen ışığı yansıtan ikinci bir düz aynaya sahiptir. İkinci ayna görüntüyü ana tüpün dışına açılan bir penceredeki göz merceğine yansıtır.

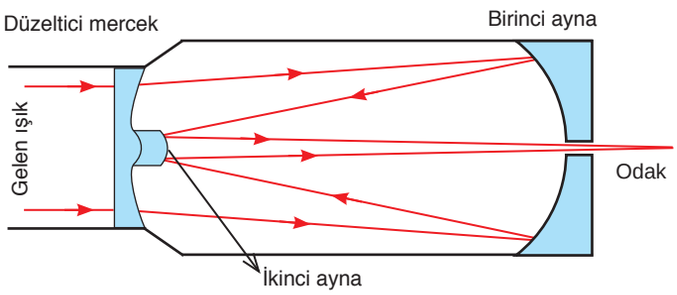
Aynalı teleskopların diğer türleri ise Gregorian (Gregoryn) ve Cassegrain (Kasgreyn) türü teleskoplardır.



Melez (Mercekli-Aynalı) Teleskoplar: Bu tür teleskoplarda adlarından da anlaşılacağı gibi hem ayna hem de mercek kullanılır. Böylece hem aynalı hem de mercekli teleskopların avantajları bir araya toplanmış olur. Bu tür teleskopların en yaygın kullanılanı Schmidt-Cassegrain (Şimit-Kasegreyn) türü teleskoplardır.

Schmidt-Cassegrain türü teleskoplarda ışık ilk olarak ince bir Schmidt düzeltici merceğinden geçerek teleskobun birinci aynası olan küresel çukur aynaya düşer. Buradan yansıyan ışınlar Schimidt merceğinin arkasındaki ikinci çukur aynaya gelir ve buradan da yansıtılarak birinci aynanın ortasındaki boşluktan geçerek birinci aynanın arkasındaki göz merceğinde odaklanır.

Melez teleskopların diğer türü ise Maksutov türü teleskoplardır.



Tablo 1.3 Optik Teleskopların Birbirlerine Göre Avantaj ve Dezavantajları;

TELESKOPLAR	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Kırıcı (Mercekli) Teleskoplar	Kolay kullanılır olması ve basit dizaynından dolayı güvenilirdir. Çok az bakım gerektirir. Gezegen, Ay ve çift yıldız gözlemleri için çok uygundur. Yüksek kaliteli görüntü verir. Renk düzeltimi çok iyidir. Kapalı tüp dizaynının tüp içindeki hava akımlarını azaltır. Merceği sabit olarak yerleştirilmiştir.	Aynalı veya mercekli-aynalı teleskoplardan daha pahalıdır. Ağır ve uzundur. Maliyet ve ağırlığı, büyük açıklıklı teleskoplara izin vermez. Küçük ve sönük nesnelerin (derin uzay cisimleri gibi) gözlemine uygun değildir. Uzun odak oranları astronomi fotoğrafçılığına engeldir. Akromatik dizaynlarda bazı renk kaymaları vardır.
Yansıtıcı (Aynalı) Teleskoplar	Diğer teleskop türleri ile karşılaştırıldığında objektif açıklığı düşük fiyata imal edilir. Odak uzaklığı 1 m'ye kadar olanlar kolaylıkla taşınabilir. Ay ve gezegen gözlemleri için idealdir. Derin uzay cisimlerini gözlemek için de idealdir. Optik sapma miktarı az olduğu için oldukça parlak bir görüntü vermektedir.	Diğer türlerden daha hassas oldukları için daha çok bakım gerektirir. Yeryüzü cisimlerini gözlemek için uygun değildir. Açık optik tüp dizaynı hava akımlarının görüntüyü etkilemesine neden olur. Hava ile olan bu temas aynanın sırını bozar ve teleskobun gücünü azaltır. İkinci aynaları sebebiyle mercekli teleskoplardan daha fazla ışık kaybına neden olur.
Melez (Mercekli-Aynalı) Teleskoplar	Tüm teleskop türleri içinde en iyi olanıdır. Diğer türlerin, tüm optik dezavantajlarını ortadan kaldırırken tüm avantajlarını birleştirir. Derin uzay cisimlerinin gözlemi ve fotoğraf çekimi için çok uygundur. Yeryüzü gözlemi ve fotoğraf çekimi için uygundur. Ay, gezegen ve çift yıldız gözlemleri için uygundur. Optik olarak geniş bir alan üzerindeki keskin ve net görüntüye sahiptir. Kapalı tüp dizaynından dolayı hava akımları tüp içine giremez. Rahat taşınabilir, dayanıklı ve masrafsızdır. Teleskop türleri içinde en iyi odaklama yeteneğine sahip olan türdür.	Hem mercek hem de ayna sistemlerinden oluştukları için maliyetleri yüksektir. İkinci aynaları sebebiyle mercekli teleskoplardan daha fazla ışık kaybına neden olur.

1.5.2.b. Radyoteleskoplar

Soğuk yıldızların, bulutsuların, süpernova kalıntılarının ve yıldızlar arası ortamlara ilişkin ışımaların önemli bir kısmı radyo bölgesine düşer. Bu cisimlerden radyo bölgesine gelen ışımaları gözlemek için kullanılan teleskoplara "radyoteleskop" adı verilir (Görsel 1.34).

Bir radyo gözlemevinin kurulması sırasında dikkat edilecek en önemli konu gözlemevinin inşa edileceği bölgenin radyo, televizyon ve radar sinyallerinden etkilenmeyen bir yer olmasıdır. Optik gözlemevlerinin yer seçiminde ise bölgenin ışık kirliliğinin en az düzeyde olmasına dikkat edilir.

Görsel 1.34 Jodrell Bank Radyoteleskobu.

1.5.2.c. X-Işını, Kızıl Ötesi Işını ve Gama Işını Teleskopları

Yeryüzüne kurulan bütün teleskopların karşılaştığı ortak sorun; yer atmosferinin sönükleştirme etkisi, yeryüzündeki ışık ve elektromanyetik dalga kirliliği, meteorolojik koşulların değişkenliği, atmosferik nem ve çevresel kirliliklerdir. Bunun dışında yer atmosferinin mor ötesi ışınlar ile X-ışınlarını geçirmiyor oluşu da astronomlar açısından önemli bir sorundur.

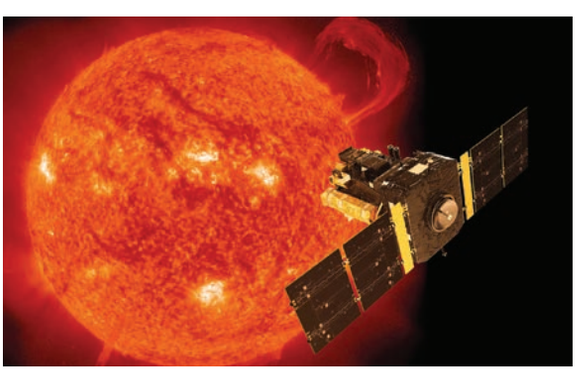
Dünya etrafındaki yörüngesinde dolanan bir yapma uyduya monte edilecek teleskobun bütün bu sorunları ortadan kaldırabileceği fikri ile 1946 yılında Hubble (Habıl) Uzay Teleskobu projesi başlatıldı (Görsel 1.35) ve uydu ancak 1990 yılında NASA (Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Araştırmaları Merkezi) tarafından yörüngeye yerleştirilebildi. Hubble teleskopu yıllar boyunca astronomlar için çok değerli gözlem verileri sağlamıştır.

Güneş ve Heliosperik Gözlemevi (SOHO - Solar and Heliospheric Observatory) Projesi (Görsel 1.36), ESA (European Space Agency - Avrupa Uzay Ajansı) ile NASA tarafından ortaklaşa yürütülen bir projedir. Amacı, Güneş'in çekirdeği ve dış katmanları ile ilgili bilgi toplamaktır.

SOHO uzay aracı, 2 Aralık 1995 tarihinde uzaya fırlatılmıştır. NASA, aracın kalkış ve görevlerinden sorumludur. Aracın üstünde bulunan 12 cihazın 9'u Avrupalı bilim insanları tarafından geliştirilirken 3'ü Amerikalı bilim insanlarının ürünüdür.

Aracın yörüngesi her zaman Dünya ile Güneş arasındadır. SOHO uzay aracı, her gün değişik dalga boylarında çektiği Güneş görüntülerini Dünya'ya gönderir.

Görsel 1.35 Hubble Uzay Teleskobu.



Görsel 1.36 SOHO

1.5.3. UYDULAR

Uydu sözcüğü, bir gezegenin etrafında dolanan ve gezegen sınıfına girmeyen herhangi bir gök cismi anlamına gelir. Uydular, insan yapımı olabileceği gibi Dünya'nın uydusu olan Ay gibi doğal uydu da olabilir. İnsan yapımı uydulara "yapma uydu" ya da "yapay uydu" denir. Bu konu 6. ünitede daha detaylı işlenecektir.

ETKİNLİK 1.8

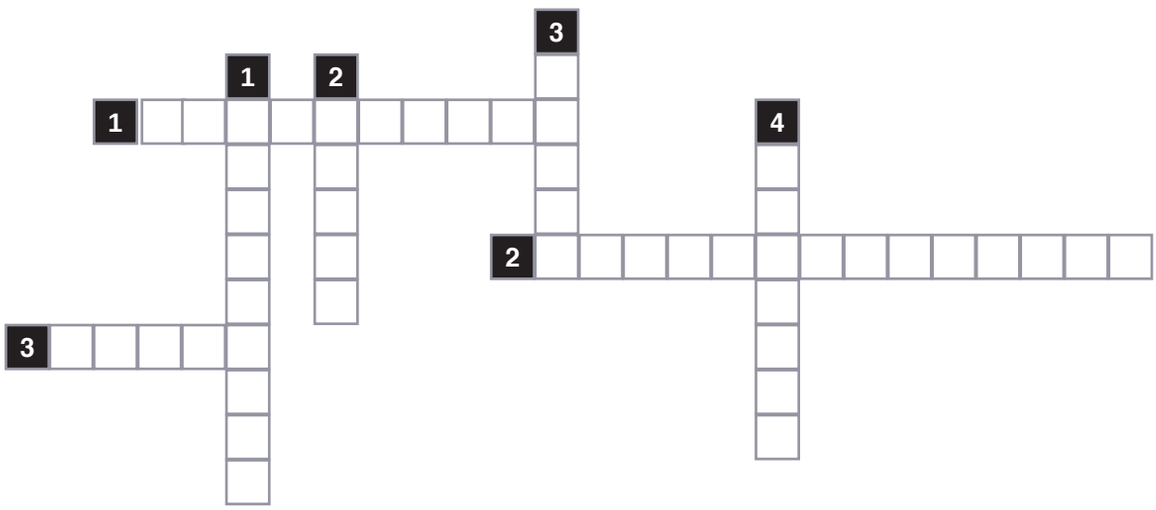
- Tabloda verilen görsellerdeki gözlem araçlarını araştırıp ilgili kutucukları doldurunuz.

Görsel	Gözlem Aracının Adı	Gözlem Aracının Kullanım Amacı
Görsel 1.37		
Görsel 1.38		
Görsel 1.39		
Görsel 1.40		

- Neden farklı gözlem araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır? Açıklayınız.

PERFORMANS

- Aşağıdaki bulmacayı çözmek için sınıf 5 gruba ayrılır. Her grup verilen bulmacayı tamamlar ve diğer gruplarla cevapları karşılaştırır.



Soldan Sağa

1. Uzayın oluşumunu ve yapısını inceleyen evren bilimi.

2. Zaman zaman gökyüzünü ziyaret eden parlakça bulutumsu yapıda, bir başı, bir ya da birkaç kuyruğu olan gök cismi.

3. Bütün yıldızları, gök adaları, kümeleri, gaz ve bulutları içine alan maddeyle dolu uzayın bütünü.

Yukarıdan Aşağıya

1. Gök bilimi.

2. Evrenin veya olayların bir bölümünü konu olarak seçen, deneye dayanan yöntemler ve gerçeklikten yararlanarak sonuç çıkarmaya çalışan düzenli bilgi.

3. Maddenin kimyasal yapısındaki değişiklikler hariç olmak üzere diğer özelliklerinin kuramsal ve deneysel olarak incelenmesi, madde ve enerji olgularıyla uğraşan bilim dalı.

4. Meteorolojik açıdan atmosferin gözle görünen bölümü.

- Her grup birinci ünite içerisinde geçen kavramlarla ilgili yukarıdakine benzer şekilde bir bulmaca hazırlar.
- Gruplar hazırladıkları bulmacaları kendi aralarında değişerek çözerler.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdaki gök cisimlerinden hangisi kendi enerjisini üreten, ışık saçan yoğun plazma küresi özelliğini gösterir?

A) Güneş B) Jüpiter C) Ay
D) Hyakutake (Yakutake) kuyruklu yıldızı E) Venüs

2. Aşağıdaki ışın türlerinden hangisi dünya atmosferinden geçebilir?

A) Mikrodalga B) Mor ötesi ışınlar C) X-ışınları
D) Gama ışınları E) Radyo dalgaları

3. Hubble uzay teleskobundan elde edilen görüntülerin netlik ve büyütme oranı neden yeryüzündeki teleskoplardan üstündür?

A) Yeryüzünden kontrol edilebildiğinden
B) Enerjisini kendisi ürettiğinden
C) Atmosfer dışında olduğundan
D) Ayna ve mercek sistemi olduğundan
E) 24 saat gözlem yapabildiğinden

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İlk çağlardan beri insanların astronomiyle ilgilenmelerinin nedenleri neler olabilir?

2. Astronominin hangi bilim dallarıyla ilişkisi vardır?

3. Astronomide kullanılan temel gözlem araçları nelerdir?

4. Gök cisimlerini nasıl gözlemleyebiliriz?

5. Astronominin bilgi kaynakları nelerdir?

C. Aşağıdaki cümlelerde noktalı yerlere en uygun sözcük ya da sözcük öbeklerini yazınız.

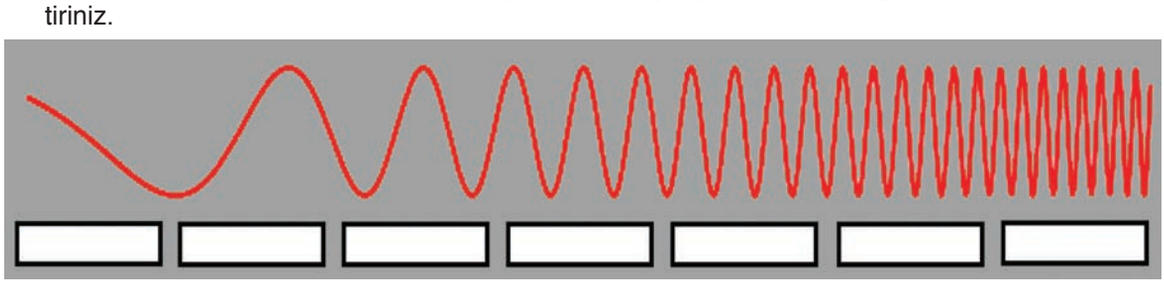
1. Meteor, uzaydan …… hızla giren gök cisimlerinin yanmasıyla oluşan parlak izdir.

2. Evren, uzay ve uzay içerisinde yer alan her türlü …… ve enerjinin bütününe verilen addır.

3. Işık, boşlukta ve maddesel ortamda elektromanyetik dalgalar hâlinde …… bir enerji türüdür.

4. Dürbünün önündeki ışığı toplamaya yarayan büyük merceğe …… denir.

5. Aşağıdaki şekilde ışınım tiplerinin dalga boyları gösterilmiştir. Işınım tiplerini (gama ışını, X-ışını, kızıl ötesi ışını, görünür ışın, mor ötesi ışın, mikrodalga ışın ve radyo dalgaları) boşluklara yerleştiriniz.



EVRENİ TANIYALIM

2. ÜNİTE

- Evrenin Yapısı ve Geçmişe Bakış
- Genişleyen Evren
- Samanyolu ve Güneş Sistemi
- Modern Astronominin Doğuşu
- Uzaklık ve Görünür Büyüklük
- Yıldızların Evrimi
- Kara Cisim Işıması ve Yıldızların Işıtması
- Yıldızların Parlaklıkları

Görsel 2.1 Kozmik ışıma.

2.1. EVRENİN YAPISI VE GEÇMİŞE BAKIŞ

5N 1K

DÜNYA'DAKİ EN BÜYÜK GÖK TAŞI

Dünya'daki en büyük gök taşı Hoba (Görsel 2.2), 1920 yılında Namibya'da bulunmuştur. Yaklaşık 80 000 yıl önce Dünya'ya çarptığı tahmin ediliyor. Hoba isimli gök taşı 50 ton ağırlığında ve 9 m^3 hacmindedir.

Görsel 2.2 Dünya'daki en büyük gök taşı Hoba.

Her bilim dalında olduğu gibi astronominin de kendine özgü terim ve kavramları vardır. Bu bölümde astronomide kullanılan bazı terim ve kavramları inceleyeceğiz.

Günlük hayatta da astronominin uzay, evren ve gökyüzü gibi kavramları çok sık kullanılmaktadır. Bu terimleri kısaca tanımlayalım:

Uzay

İçerisinde bütün gök cisimlerini, her türlü madde ve enerjiyi barındıran, yerin atmosferi dışında kalan, sınırsız üç boyutlu sahadır.

Evren

Yerküre de dâhil olmak üzere bütün gök cisimleri ile her türlü madde ve enerjinin bütünüdür.

Görünür Evren

Evrenin görülebilen kısmıdır. Teknoloji ilerleyip daha güçlü teleskoplara sahip olundukça görünen evrenin sınırları da genişlemektedir. Günümüz teknolojisine göre görünen evren 14 milyar ışık yılı yarıçaplıdır. Evrenin kendisinin ne büyüklükte olduğu ya da evrenin sonlu mu sonsuz mu olduğu henüz cevaplanamamış sorulardır. Evrenin gerçek boyutları, görünür evrenden muhtemelen çok daha büyüktür.

Gök Ada (Galaksi)

Çekim kuvveti ile birbirine bağlı milyonlarca yıldızdan, yıldız kümelerinden, bulutsu ve gaz bulutları ile yıldızlar arası gaz ve tozdan oluşmuş sistemdir. Güneş sistemi de adına Samanyolu dediğimiz böyle bir gök adanın içerisinde yer almaktadır. Uzayda böyle milyarlarca gök ada vardır. Birbirlerine çekimsel olarak bağlı çok sayıda gök adadan oluşan sistemlere de gök ada kümeleri denmektedir. Bazen büyük bir gök adanın uydu gök adaları da olabilmektedir. Örneğin, Samanyolu'nun böyle 12 uydusu vardır. Büyük ve Küçük Macellan Bulutsuları, Samanyolu'nun en meşhur uydularıdır.

Yıldız

Merkezlerinde çekirdek (nükleer) tepkimeleri ile enerji üreten ve uzaya salan yoğun plazmadan oluşan küme şeklindeki gök cisimleridir. Kendisi de bir yıldız olan Güneş'ten sonra bize en yakın yıldız, uzaklığı 4,2 IY (Işık yılı, ışığın boşlukta bir yılda alacağı mesafedir.) olan Proxsima Centauri'dir (Proksima Sentori). Çıplak gözle görülemeyecek kadar sönüktür.

Gezegen

Bir yıldızın etrafında dolanan, ancak kütlesi enerji üretmeye yetmeyecek kadar küçük olan gök cisimleridir.

Bulutsu

Uzayda bulunan hidrojen ve helyum gibi gazlar ile tozlardan oluşmuş büyük ölçekli bulutlardır. Bir bulutsunun yakınında parlak yıldız var ise yıldızın yaydığı ışık enerjisi sayesinde bulutsu görünür hâle gelir. Böyle bulutsulara aydınlık bulutsu, diğerlerine de karanlık bulutsu denir. Avcı (Orion), Macellan, Kedi Gözü, Atbaşı ve Kartal bulutsuları en çok bilinen bulutsulardır.

Meteor

Dünya atmosferine büyük hızlarla giren güneş sistemindeki küçük bir katı cismin (meteoroid) sürtünme sonucu akkor hâline gelmesiyle yeryüzünden kısa süreli olarak görülen ışık çizgisidir.

Meteorlara halk arasında "yıldız kayması" veya "kayan yıldız" denmektedir. Bu olay, tipik olarak, atmosferin 80-110 km' leri arasında oluşur. Meteorları oluşturan gök cisimleri çoğunlukla nohut büyüklüğündedir ve her gün milyonlarca meteor oluşmaktadır. Atmosfere giren gök cismi çok daha büyük ise bu durumda cismin bir kısmı yanıp yok olmadan yeryüzüne düşebilir. Uzaydan gelerek yeryüzüne düşen bu cisimlere gök taşı (meteorite) adı verilir.

Kuyruklu Yıldız

Güneş sisteminin küçük cisimlerinden biridir. Donmuş su ve gazlardan oluşmuştur. Kuyruklu yıldız Güneş'e yaklaştıkça buharlaşarak hareket doğrultusunun aksi yönünde uzayan ve yerden çıplak gözle görülebilen uzun bir kuyruğa sahip olur.

ETKİNLİK 2.1

- Temel astronomik cisim ve sistemleri tanımak için aşağıda verilen görseller ile adları bire bir eşleyiniz.

- Yaptığınız eşleştirmeleri, sınıfta arkadaşlarınızla paylaşarak doğruluğunu kontrol ediniz.

Görsel 2.3

Görsel 2.4

Görsel 2.5

Görsel 2.6

Görsel 2.7

GEZEGEN	BULUTSU	SÜPERNOVA
GÖK ADA	GÖK TAŞI	KUYRUKLU YILDIZ

Gözlemin yapıldığı anda elde edilen görüntü ve bilgilerin cismin gözlem anındaki mi yoksa daha önceki bir zamandaki durumunu mu yansıttığı sorusu ışık hızının sonlu mu sonsuz mu olduğu ile kolayca cevaplanabilir. Fizikten biliyoruz ki ışığın hızı sonludur. O hâlde bir ışık fotonunun, gök cisminden çıkıp gözlemcinin gözüne ulaşmasına kadar belli bir süre geçmesi gerekir. Gök cismi ne kadar uzak ise ışığının gözlemciye ulaşması için o oranda uzun süre gerekir. O hâlde biz gök cisimlerine baktığımızda onların geçmiş bir zamandaki hâllerini görmekteyiz.

Astronomide gök cisimleri arasındaki uzaklıkları ifade etmek için astronomi birimi (AB), ışık yılı (IY) ve parsek (pc) uzaklık birimleri kullanılmaktadır.

Astronomi Birimi (AB): Güneş'in merkeziyle Dünya'nın merkezi arasındaki ortalama uzaklık 1 AB'dir. 1 AB = 149,6 milyon km.

- Dünya-Güneş arasındaki uzaklık : 1,00 AB
- Dünya-Ay arasındaki uzaklık : 0,0026 AB
- Mars-Güneş arasındaki uzaklık : 1,52 AB
- Jüpiter-Güneş arasındaki uzaklık : 5,20 AB
- Plüton-Güneş arasındaki uzaklık : 39,5 AB
- Dünya-Alfa Proksima Centauri arasındaki uzaklık : 274 000 AB

Işık Yılı (IY): Işığın boşlukta bir yılda alacağı mesafedir.

1 yıl = 365 gün 6 saat= 365 · 24 + 6 = 8 766 sa = 8 766·60 = 525 960 dakikadır.

1 yıl= 525 960 · 60 = 31 557 600 saniyedir. Işığın 1 yılda alacağı yolu hesaplayalım:

Yol = Hız · Zaman (Işık hızı 299 792,458 km/s'tir. Hesaplamalarda 300 000 km/s alınırsa).

Yol = 300 000 · 31 557 600 km

Yol = 9 467 280 000 000 km olarak bulunur.

- Ay'ın Dünya'ya ortalama uzaklığı 1,2 ışık saniyesidir.
- Bize Güneş'ten sonra en yakın yıldız olan Alfa Proxima Centauri 4,2 IY uzaklıktadır.
- Samanyolu'nun çapı 100 000 IY kadardır.
- Komşu gök adalardan Andromeda'nın Samanyolu'na uzaklığı 2,2 milyon IY'dir.

Parsek (pc): Yaklaşık olarak 3,26 IY veya 206 265 AB' ye eş değer uzaklık birimidir.

Aşağıdaki tabloyu kullanarak km, AB, IY ve pc arasındaki dönüşümleri kolaylıkla yapabiliriz.

Tablo 2.1 Astronomik uzaklık birimleri

1 Kilometre (km)	1 Astronomi Birimi (AB)	1 Işık yılı (IY)	1 Parsek (pc)
1km	149 600 000 km	9 467 280 000 000 km	30 857 000 000 000 km
0,0000000067 AB	1 AB	63 284 AB	206 265 AB
0,00000000000011 IY	0,000016 IY	1 IY	3,26 IY
0,000000000000033 pc	0,0000048 pc	0,3 pc	1 pc

ÖRNEK 2.1

Sesten 20 kat hızlı hareket eden bir uzay aracı (Görsel 2.8) ile Ay'a kaç saatte gidilebilir? (Ses hızının havadaki yaklaşık değeri 1 224 km/sa)

Görsel 2.8 Uzay aracı.

ÇÖZÜM

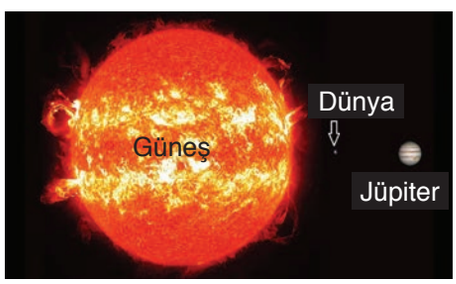
Uzay aracının hızı = 20·1 224 = 24 480 km/sa olur.

Yerküre-Ay uzaklığını 384 404 km alırsak yerküreden Ay'a gidiş süresini,

$$\text{Zaman} = \frac{\text{Yer değiştirme}}{\text{Hız}} \text{ 'dan} \qquad \text{Zaman} = \frac{384\,404}{24\,480} \cong 16 \text{ sa buluruz.}$$

ÖRNEK 2.2

Dünya'dan ve Jüpiter'den Güneş'i gözlemleyen iki astronom düşünelim (Görsel 2.9). Her iki gözlemci için Güneş yüzeyinden aynı anda çıkan ışık fotonunun kendilerine ulaşma sürelerini bulunuz.



Görsel 2.9 Güneş, Dünya, Jüpiter.

ÇÖZÜM

Dünya-Güneş arası uzaklık: 1,00 AB = 1·149 600 000 = 149 600 000 km

Jüpiter-Güneş arası uzaklık: 5,20 AB = 5,20 ·149 600 000 = 777 920 000 km

Güneş yüzeyinden çıkan ışık fotonunun Dünya'ya ulaşma süresi,

$$\text{Zaman} = \frac{\text{Yer değiştirme}}{\text{Hız}} \text{ 'dan} \qquad \text{Zaman} = \frac{149\,600\,000}{300\,000} = 498{,}67 \text{ saniye} \cong 8{,}5 \text{ dakikadır,}$$

$$\text{Zaman} = \frac{\text{Yer değiştirme}}{\text{Hız}} \text{ 'dan} \qquad \text{Zaman} = \frac{777\,920\,000}{300\,000} = 2\,593{,}07 \text{ saniye} \cong 43 \text{ dakikadır.}$$

Aynı anda Güneş'i gözlemleyen iki astronomdan biri Güneş'in 8,5 dakika önceki hâlini görürken diğeri 43 dakika önceki hâlini görür. Sonuç olarak zamanın mutlak değil, göreli olduğu ifade edilebilir.

Işık hızının sonlu olmasının bir sonucu olarak Ay'a baktığımızda onun 1,2 saniye önceki hâlini, Güneş'e baktığımızda yaklaşık 8,5 dakika önceki hâlini görürüz.

ETKİNLİK 2.2

- Bir uzay aracı ile aşağıdaki tabloda belirtilen gök cisimlerine uzay seyahati yapmanın mümkün olup olmadığını incelemek için sınıf beş gruba ayrılır.
- Her grup bir uzay aracına sahip olup bu aracın teknik özelliklerini kendileri belirleyecektir.
- Aşağıdaki tabloda tasarladığınız uzay aracının resim ya da fotoğrafını ilgili alana yerleştiriniz ve belirtilen seyahat sürelerini hesaplayınız.

Çalışma Grubunun Adı :	Bu alana tasarlanan uzay aracının görselini yapıştırınız.
Uzay Aracının Adı :	
Uzay Aracının Sürati : ..... km/sa	

GÖREV			
Gidilecek Yerin		**Uzay Aracıyla Gidiş Süresi**	**Işık Hızıyla Hareket Eden Uzay Aracının Gidiş Süresi**
Adı	**Dünya'ya Ortalama Uzaklığı (km)**		
Ay	384 400		
Güneş	149 600 000		
Merkür	77 300 000		
Venüs	38 200 000		
Mars	55 758 006		
Jüpiter	588 000 000		
Kutup Yıldızı	$4\ 077{,}26 \cdot 10^{12}$		

- Yapılan hesaplamalara göre tasarladığınız uzay aracı ile gök cisimlerine uzay seyahati yapmanın mümkün olup olmadığını grubunuzda tartışınız.
- Gözlemin yapıldığı anda elde edilen görüntü ve bilgiler, gök cisminin şimdiki hâlini mi yoksa geçmişteki durumunu mu göstermektedir? Neden?

2.2. GENİŞLEYEN EVREN

5N 1K

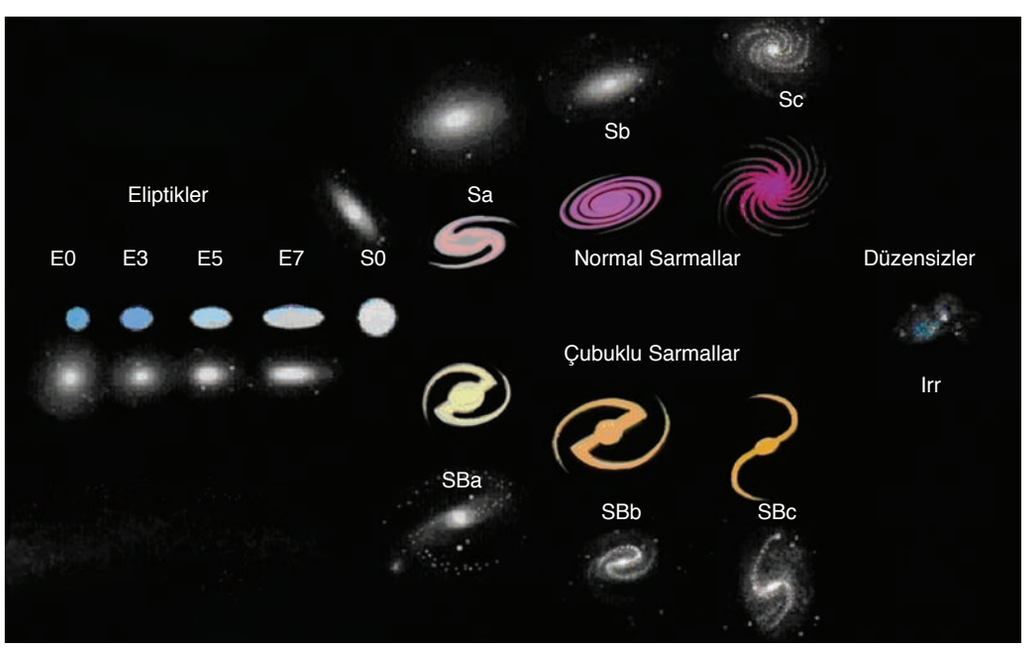
Görsel 2.10 Ay

Görsel 2.11 Dünya

Bir cisim aynı kuvvet ile yeryüzünde mi yoksa Ay'da mı daha yükseğe fırlatılabilir (Görsel 2.10 ve 2.11)? Açıklayınız.

Amerikalı gök bilimci Edwin Hubble (Edvın Habıl), Samanyolu gök adasının evrendeki tek gök ada olmadığını, aralarında uçsuz bucaksız boşluklar bulunan çok sayıda başka gök adaların varlığını ortaya koymuştur. Hubble başka gök adaların varlığını kanıtladıktan sonra onların sınıflaması üzerine çalışmıştır. Hubble'ın sınıflamasında gök adalar eliptikler, normal sarmallar, çubuklu sarmallar ve düzensizler olmak üzere dört gruba ayrılır (Görsel 2.12).

Gök ada sınıfları da kendi aralarında eliptik yapısına, sarmal kolun ince-kalın, uzun-kısa olmasına göre alt bölümlere ayrılır. Bizim gök adamız sarmal kollu yapıdadır, yaklaşık 100 milyar yıldız içermektedir.



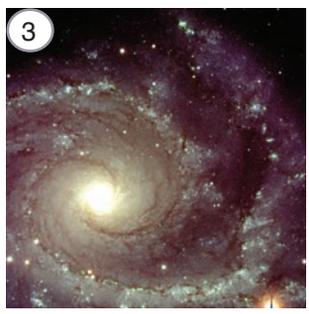
Görsel 2.12 Hubble Gök Ada Sınıflaması.

ETKİNLİK 2.3

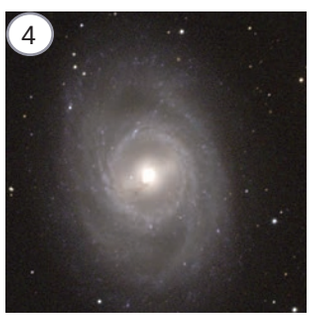
- Etkinliğimizdeki 13 gök ada görselini inceleyiniz.
- İncelediğiniz gök ada görsellerini kendinizce sınıflandırınız.
- Hangi numaralı görseller aynı sınıfa dâhil oldu? Sınıflama yaparken nelere dikkat ettiniz açıklayınız?

Görsel 2.13

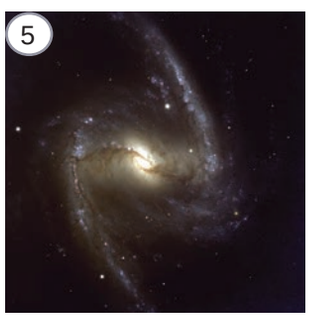
Görsel 2.14



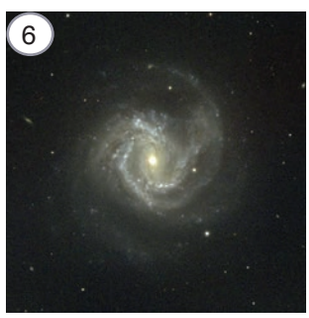
Görsel 2.15



Görsel 2.16

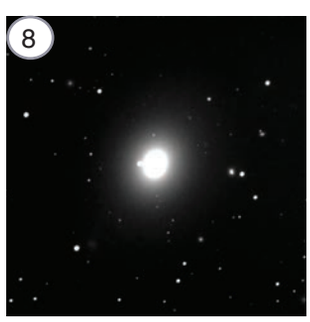


Görsel 2.17

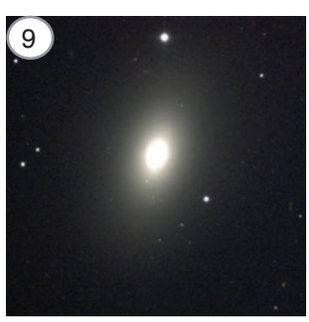


Görsel 2.18

Görsel 2.19



Görsel 2.20



Görsel 2.21

Görsel 2.22

Görsel 2.23

Görsel 2.24

Görsel 2.25

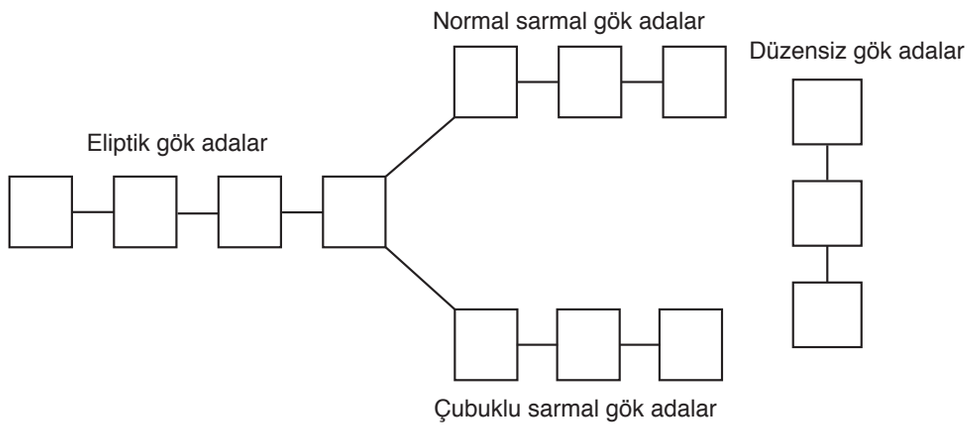
Tablo 2.2 Gök ada sınıfları ve özellikleri.

Eliptik	Normal sarmal	Çubuklu sarmal	Düzensiz
1.Genel olarak disksiz yuvarlak bir şekildir. **2**.Gözlenen bütün galaksilerin yaklaşık %20'sini oluşturur. **3**.Şekilleri küreselden, oldukça basık elipsoide kadar değişir. **4**.Yıldızlar arası gaz ve toz hemen hemen hiç yoktur. **5**.Merkeze doğru yıldız yoğunluğu artar. **6**.Şekillerinin basıklığına göre sınıflandırılır. **7**.Kütleleri çok geniş bir aralıkta değişir. ($10^7 M_\odot$-$10^{13} M_\odot$) $M_\odot$: Güneş kütlesi **8**.Bütün yıldızlar üç boyutlu olarak rastgele hareket eder.	**1**.Merkezî bir şişim bölgesi, bunun dışında bir disk bölgesi ve buradan çıkan sarmal kollar hemen hemen küresel yapılı halodan oluşur. **2**.Sarmal kollu gök adalar (çubuklular dâhil), gözlenen bütün gök adalar içinde yaklaşık % 77 sıklığa sahiptir. **3**.Şişim bölgesinin büyüklüğüne göre üç alt gruba ayrılır. **4**.Yıldızların yoğunluğu merkeze yaklaştıkça artar. **5**.Sarmal kollar, yıldızlararası gaz ve toz bakımından oldukça zengin olduğundan buralar yıldız oluşum bölgeleridir. **6**.Sarmal kollarda genç ve yaşlı yıldızlar bulunurken haloda yalnızca yaşlı yıldızlar bulunur. **7**.Kütle bakımından genellikle orta büyüklüktedirler. ($10^9 M_\odot$- $10^{12} M_\odot$) **8**.Sarmal kollardaki yıldızlar gök ada merkezi etrafında çember veya elips yörüngelerde dolanırlarken halo yıldızları rastgele hareket eder.	**1**.Merkezî bölgede yıldızlardan oluşan bir çubuk şekil vardır. **2**.Gözlenen sarmal gök adaların yaklaşık üçte ikisini oluşturur. **3**.Sarmal kolların açıklığına göre üç alt gruba ayrılır. **4**.Çubuk bölgesinin zamanla yok olduğu ve bu tür gök adaların normal sarmal gök adalara dönüştükleri düşünülmektedir.	**1**.Gözlenen bütün gök adaların yaklaşık % 3'ünü oluşturur. **2**.Belirli bir şekilleri yoktur. **3**.Kütle bakımından en küçük gök adalardır. ($10^8 M_\odot$-$10^{10} M_\odot$) **4**.En sönük gök adalardır. **5**.Genç ve yaşlı yıldızlar bulunur.

ETKİNLİK 2.4

- Bir önceki etkinlikte verilen 13 gök ada görselini inceleyerek Hubble gök ada sınıflandırmasına göre bunların hangi sınıflara dâhil olduklarını belirleyiniz.
- Her bir görselin numarasını tablodaki ilgili sütuna ve diyagramdaki (alt grupları düşünerek) kutucuklara yazınız.

GÖK ADA SINIFI	ELİPTİK GÖK ADA	NORMAL SARMAL GÖK ADA	ÇUBUKLU SARMAL GÖK ADA	DÜZENSİZ GÖK ADA
GÖRSEL NUMARASI				



Etkinliğimizdeki balonun üzerindeki bir noktayı ele aldığımızda diğer bütün noktalar kendisinden uzaklaşacaktır. Yapılan gözlemlerle gök adaların büyük hızlarla bizden uzaklaşmakta oldukları anlaşılmıştır.

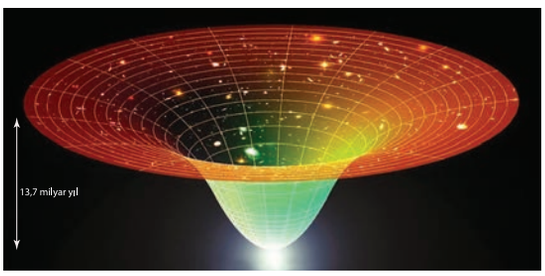
Yaklaşan bir kaynağın yaydığı ses ya da ışığın dalga boyu azalırken uzaklaşan bir kaynağın dalga boyu artar. Görünür ışık için uzun dalga boyu, tayfın kırmızı ucu demektir. Bizden uzaklaşan bir ışık kaynağının tayfındaki çizgiler tayfın kırmızı ucuna doğru kayar. Dalga boyu kaymasının miktarı, kaynağın hızı ve uzaklığı ile orantılıdır. Bunun daha iyi anlaşılabilmesi için sireni çalan bir ambulans düşünelim: Ambulans bize doğru yaklaşırken sirenin sesi giderek tizleşir. Ambulans önümüzden geçip uzaklaşırken de sirenin sesi kalınlaşır.

Hubble, gök adaların uzaklaşma hızlarının(v) onların uzaklıklarıyla(d) doğru orantılı olarak arttığı sonucuna varmıştır. Hubble tarafından elde edilen bu sonuç **Kırmızıya Kayma Yasası** ya da **Hubble Yasası** olarak adlandırılır.

$v = H_0 . d$

$H_0 \cong 75 \frac{km}{s.Mpc}$ (Hubble sabiti)

1 Mpc = 1 000 000 pc



Görsel 2.26 Büyük Patlama (Temsilî resim).

Gök adaların hepsinin bizden uzaklaşıyor olması üstelik daha uzak olanların daha büyük hızlar ile uzaklaşmaları evrenin bir bütün olarak genişlediği şeklinde yorumlanmış ve genişleyen evren hipotezi ortaya atılmıştır.

Gök ada kümeleri arasındaki uzaklık gitgide artmakta olduğuna göre olayı tersine düşündüğümüzde bunların hepsinin geçmişte bir arada olmaları gerektiği sonucuna varılabilir. Evrenin yaklaşık 14 milyar yıl önce aşırı yoğun ve sıcak bir noktadan patlayarak (Burada bomba gibi bir patlama değil, ışık hızından daha büyük hızlarda genişleme kastedilmektedir.) meydana geldiğini, bugüne kadar genişlemesini sürdürmeye devam ettiğini savunan kuram Büyük Patlama (Big Bang) kuramıdır (Görsel 2.26). Kuramın temel fikri, hâlen genişlemeye devam eden evrenin geçmişteki belirli bir zamanda sıcak ve yoğun bir başlangıç durumundan itibaren genişlemesidir. Edwin Hubble'ın gök ada tayflarındaki çizgilerin kırmızıya kaymış olduklarını 1929 yılında keşfetmiştir. Bu keşif bugün Büyük Patlama kuramının en önemli kanıtı sayılmaktadır.

Büyük Patlama kuramına göre evrenin genişlemesinin devam edip etmeyeceği onun kütle yoğunluğuna bağlıdır. Evrenin yoğunluğunu oluşturan madde ve enerjinin ancak çok küçük bir kısmı bildiğimiz, görebildiğimiz normal madde ve enerji biçiminde fakat çok daha büyük kısmı ise "karanlık madde" ve "karanlık enerji" biçimindedir. Karanlık madde ve enerjinin miktarına bağlı olarak evrenin genişlemesinin sonsuza kadar devam edip etmeyeceği hâlâ cevaplanamamış bir problem olarak durmaktadır.

ETKİNLİK 2.5

Görsel 2.27

Görsel 2.28

- Evrende gök adaların birbirlerine yaklaşıp uzaklaşmalarını anlayabilmek için bir balonu biraz şişirip üzerine gök adaları temsilen noktalar işaretleyiniz (Görsel 2.27 ve 2.28). Balonu şişirmeye devam ederek temsilî gök adaların birbirlerine göre uzaklaşıp uzaklaşmadığını gözlemleyiniz.
- Bu gözlemler sonucuna göre eğer bir uzaklaşma varsa sonsuza kadar devam edip etmeyeceği konusunu arkadaşlarınızla tartışınız.

2.3. SAMANYOLU VE GÜNEŞ SİSTEMİ

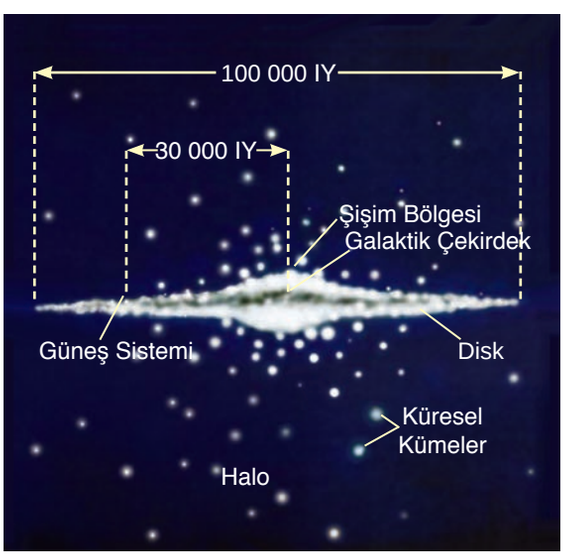
5N 1K

- Dünya'mızın evrendeki yeri neresidir (Görsel 2.29)?
- Gece gökyüzüne baktığınızda yıldız ile gezegeni nasıl ayırt edersiniz?
- Güneş sisteminde gezegenlerin sıralanışında Dünya'nın yeri değişirse ne olur?

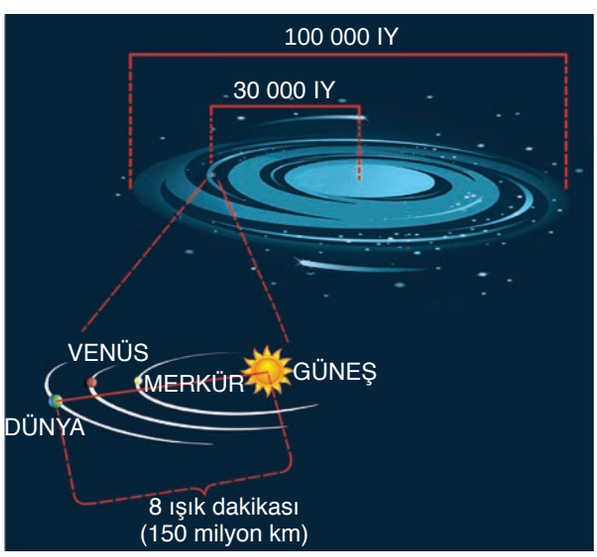
Görsel 2.29 Samanyolu.

Gece gökyüzüne baktığımızda görünen parlak ve yaygın ışık bandına Samanyolu (İngilizcede "Süt Yolu" anlamına gelen "Milky Way") denir. Aslında bu bant, güneş sisteminin de içerisinde bulunduğu sarmal kollu gök adamız Samanyolu'nun kollarından biridir. Gece gökyüzüne baktığımızda gördüğümüz bütün yıldızlar Samanyolu'na aittir. Samanyolu'nun boyutları ve güneş sisteminin gök adamız içerisindeki konumu ilk kez Harlow Shapley (Harlov Şapley) tarafından 1918 yılında belirlenmiştir.

Biz gök adanın içerisinde olduğumuzdan onun gerçek şeklini tam olarak bilemiyoruz. Ancak optik teleskoplar ve özellikle de radyoteleskoplarla yapılan gözlemler sonucunda onun hakkında birçok bilgiye ulaşılmıştır...



Görsel 2.30
Samanyolu gök adasının yan görünümü.



Görsel 2.31
Samanyolu gök adası ve Güneş sisteminin konumu.

Son verilere göre Samanyolu yaklaşık 100 000 IY çaplı, muhtemelen SBb veya SBc türü bir çubuklu sarmal gök adadır ve 200 milyar ile 4 trilyon arasında yıldız içerdiği tahmin edilmektedir. Yandan bakıldığında disk şeklindedir. Disk iki bileşenli olarak düşünülebilir: yıldız diski ve gaz diski. Yıldızların oluşturduğu yıldız diskinin kalınlığı yaklaşık olarak 1 000 IY ve merkez kısmındaki şişim bölgesinin çapı yaklaşık 12 000 IY'dir. Gaz ve tozdan oluşan gaz diski, yıldız diskini içine alacak şekilde yaklaşık 10 000 IY kalınlığındadır. Şişim bölgesinde ise kalınlığı 30 000 IY'yi bulmaktadır. Bütün Samanyolu'nu içine alacak şekilde, küresel yıldız kümelerinin oluşturduğu yaklaşık 120 000 IY çaplı küresel yapıya ise gök adamızın halosu adı verilir (Görsel 2.30 ve 2.31).

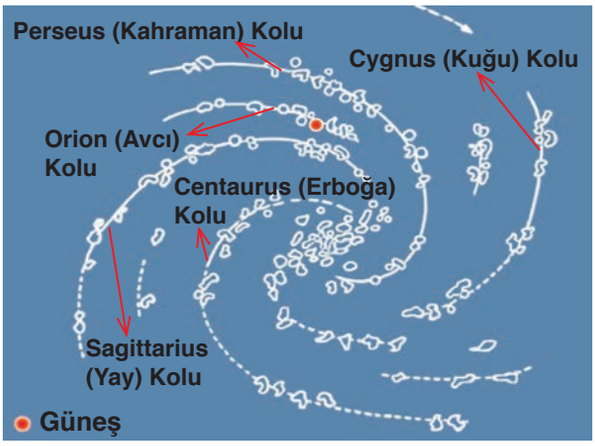
Gök adamızın özellikle 21 cm'lik radyo gözlemlerinden çok sayıda sarmal kolunun olduğu anlaşılmıştır. Bu kollar şunlardır (Görsel 2.32):

1. Orion (Avcı) Kolu: Güneş'in bulunduğu kol.
2. Sagittarius (Yay) Kolu: Gök ada merkezi doğrultusunda bir yerdedir. Bu kol, yaz aylarında gök yüzünün Scorpius ve Sagittarus takım yıldızları boyunca uzanan kısmına bakıldığında görülebilir.

3. Perseus (Kahraman) Kolu: Kış aylarında görülebilir.

4. Centaurus (Erboğa) Kolu.

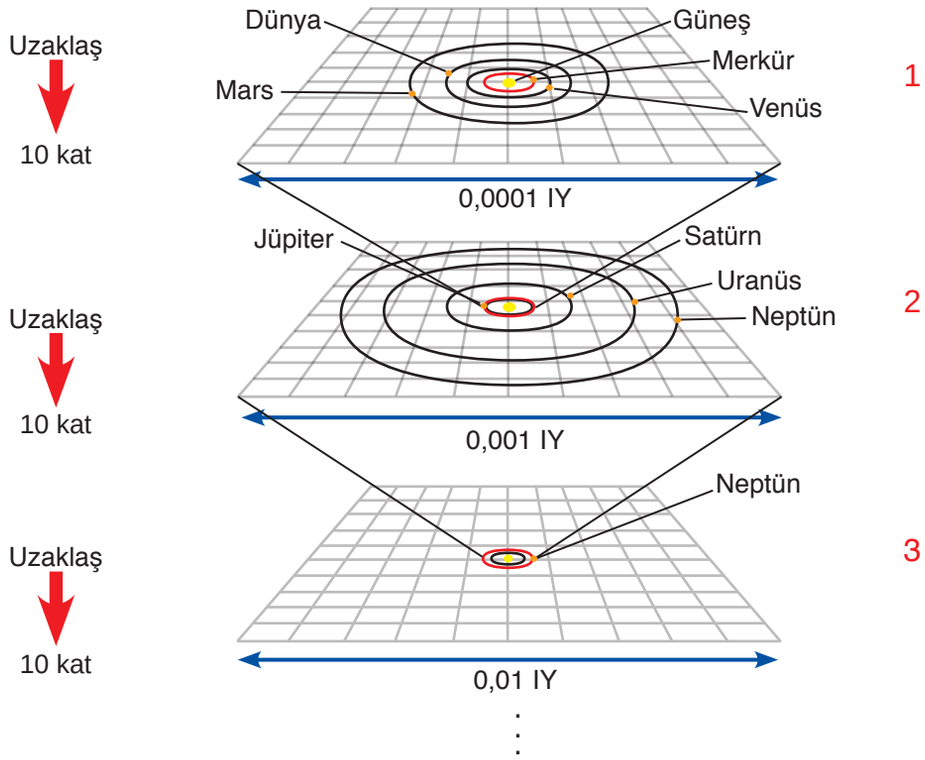
5. Cygnus (Kuğu) Koludur.



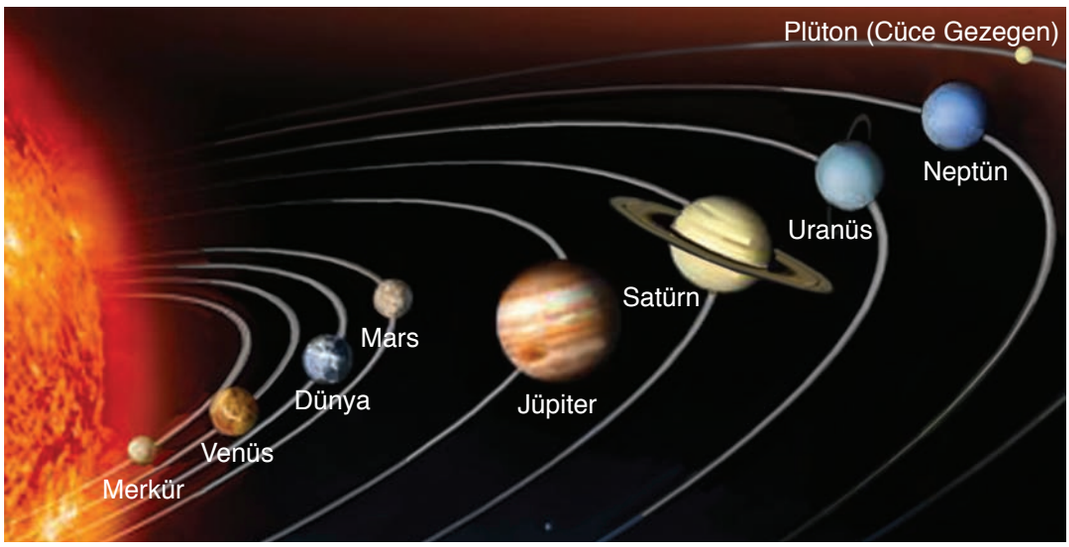
Görsel 2.32 Samanyolu gök adasının kolları.

ETKİNLİK 2.6

- Milimetrik kâğıt (sayfa 154) üzerine 10 ·10 cm^2 lik altı eş karesel bölge çiziniz.
- Karesel bölgeleri 1'den 6'ya kadar numaralandırınız.
- Karesel bölgelerin kenar uzunluklarını birinci karede 0,0001 IY, ikincide 0,001 IY, üçüncüde 0,01 IY vb. şeklinde onar kat arttığını varsayarak güneş sistemini bu karelerin her birinin merkezî kısmına, ölçeğine uygun olarak yerleştiriniz.
- Aşağıda ilk 3 adımı verilen çizimi tamamlayınız.



- Samanyolu'nun büyüklüğü ile Güneş sisteminin büyüklüğü arasında nasıl bir ilişki vardır?



Görsel 2.33 Güneş, gezegenler ve cüce gezegenlerden Plüton.

Güneş sistemi; bir yıldız olan Güneş ile onun etrafında dolanan gezegenler, cüce gezegenler, gezegenlerin uyduları, kuyruklu yıldızlar, diğer küçük cisimler ve gezegenler arası ortamdaki gaz ve tozdan oluşan bir sistemdir (Görsel 2.33).

Güneş sisteminde sekiz büyük gezegen vardır. Güneş'e uzaklık sırasına göre gezegenler: Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'dür.

Güneş sistemindeki cüce gezegenlerden en çok bilinenler Ceres (Siriz), Plüton, Eris, Haumea (Hamya), Makemake'dir (Makımey).

Küçük cisimler güneş sisteminin diğer üyeleridir. "Küçük cisimler"; asteroidler, kuyruklu yıldızlar ve Kuiper Kuşağı nesnelerinin ortak adıdır. Kuiper Kuşağı, Plüton'un yörüngesinin ötesinde yer alan ve binlerce gezegenimsi küçük cismi içeren kuşaktır.

Uluslararası Astronomi Birliği (UAB), 2006 yılında güneş sistemindeki gezegenlerin tanımını yeniden ele alarak gezegen ve diğer cisimleri (uydular hariç) üç ayrı kategoriye ayırdı.

1) Gezegen

• Güneş'in etrafında dolanan bir yörüngeye sahip olan,

• Kendi kütle çekimi nedeniyle küresel yapı oluşturabilecek kütleye sahip ve bundan ötürü hidrostatik denge durumunda olan,

• Gezegen oluşma teorisine göre yörüngesini temizlemiş olan (gezegen yörüngesinde dolanırken yörüngesi üzerinde bulunan maddelerin tamamını üzerine toplaması-kütle artışının olmaması) gök cismine denir.

2) Cüce Gezegen

• Güneş'in etrafında dolanan bir yörüngeye sahip olan,

• Kendi kütle çekimi nedeniyle küresel yapı oluşturabilecek kütleye sahip ve bundan ötürü hidrostatik denge durumunda olan,

• Gezegen oluşumu teorisine göre yörüngesini temizlememiş olan,

• Uydu olmayan bir gök cismine denir.

3) Küçük Cisimler

• Uydular dışında, Güneş etrafında dolanan diğer gök cisimlerine denir.

ASTRO-NOT

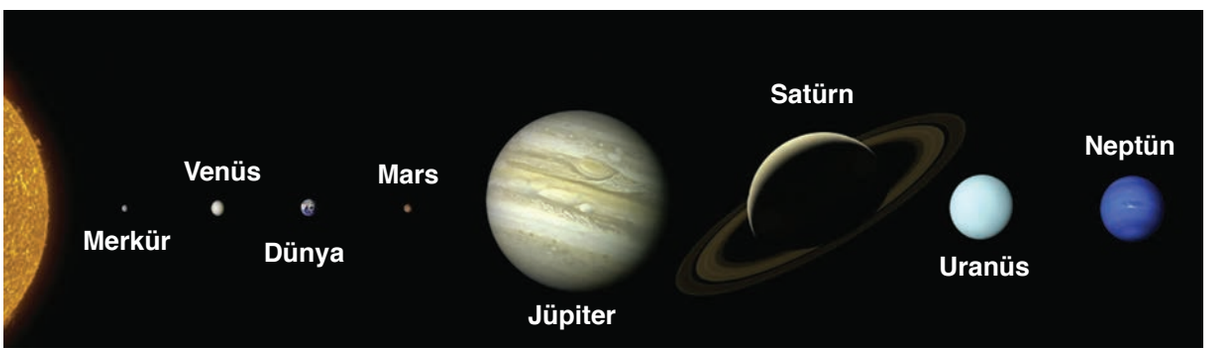
UAB'nin, 2006 yılında aldığı karar ile Plüton, gezegen sınıfından çıkarılmış ve "cüce gezegen" olarak sınıflandırılmıştır.

Güneş Sistemindeki Diğer Gezegenler

Merkür: Güneş sisteminin en küçük gezegenidir. Uzaklığı ve küçüklüğünden dolayı Dünya'dan çok küçük ve sönük görünür. Yüzeyinde krateler, lav akıntıları, dev havzalar bulunur. Atmosferi yoktur. Güneş'e çok yakın olduğu için Güneş'e bakan yüzü Dünya'dan çok daha sıcaktır.

Venüs: Yörüngesi, Dünya'nın yörüngesine en yakın olan gezegendir. Bu nedenle yeryüzünden en iyi gözlemlenebilen ve en parlak görülen gezegendir. Venüs'ün yüzeyinde çok sayıda krater ve aktif volkan bulunmakta ve tüm yüzeyi sülfürik asit bulutlarıyla kaplıdır.

Mars: Venüs'ten sonra yörüngesi Dünya yörüngesine en yakın olan ikinci gezegendir. Kutup bölgelerinde buzul alanları ve bulutlar görülür. Mars, Dünya'daki gibi mevsimlere sahiptir fakat her biri iki kat daha uzun sürer. Mars'ta yaşam olasılığı bulmak için birçok uzay aracı gönderilmiştir. Mars yüzeyi, uydumuz Ay'da olduğu gibi alçak düzlükler ve yüksek tepelerden oluşmaktadır. Mars'taki gök taşı çarpması ile oluşan kraterler ve volkanlar ilgi çekicidir. Mars yüzeyi demir elementinden dolayı kırmızı görünüme sahiptir. Mars'ın Phobos ve Deimos isimli iki uydusu vardır.



Görsel 2.34 Güneş Sistemindeki Gezegenler (Karşılaştırmalı olarak verilmiştir).

Jüpiter: Güneş sisteminin en büyük gezegenidir. Çekirdeği silikat ve demir gibi ağır elementlerden oluşurken yüzeyi katılaşmamış olup sıvı hidrojen gibi düşük yoğunluklu sıvılardan oluşmuştur. Yüzeyi renkli bulutlarla kaplıdır. Bu bulutlar hidrojen, helyum, amonyak ve su buharından oluşmaktadır. Jüpiter'in kalın atmosfer tabakasında büyük fırtınalar oluşmaktadır. Jüpiter çok sönük görünen bir halkaya ve 63 uyduya sahiptir. Dört büyük uydusunun adları Callisto, Ganymede, Europa ve İo'dur.

Satürn: Halkalarıyla ünlü olan Satürn yapısal olarak Jüpiter'e benzemektedir. Halkalar arasında Cassini boşluğu olarak bilinen boşluklar vardır. Satürn kaya materyalli küçük bir çekirdeğe sahiptir. Atmosferinin çoğu sıvı ya da sıkışmış gaz formdaki hidrojen moleküllerinden oluşur. Satürn'ün 47 uydusu vardır. Bunlardan Enceladus, Phobe, Titan, Calypso ve Pandora en çok bilinenleridir.

Uranüs: Güneş sisteminin üçüncü büyük gezegenidir. İlk olarak William Herschel tarafından 1781 yılında bulunmuştur. Dünya'dan basit bir teleskopla görülemeyecek kadar uzaktadır. Yakınından geçen Voyager 2'nin gönderdiği bilgilerde mavimsi sisli bir görüntüye sahip olduğu, karanlık bulutları ve birçok uydusunun olduğu görülmüştür. Çevresinde ince ve koyu renkli halkanın aslında 10 ayrı halkadan oluştuğu anlaşılmıştır. Uranüs'ü en ilginç kılan özelliklerinden biri dönme ekseninin çok eğik olmasıdır. Dönme ekseni 90 dereceye yakın eğikliktedir. Gezegenin dolanma dönemi 84 yıl olup yaklaşık 21 yıl süre ile kutuplardan biri Güneş'e yönelik kalır. Bu nedenle bu bölge uzun bir yaz (aynı zamanda gündüz) geçirirken diğer kutup 21 yıl süren uzun bir kış (aynı zamanda gece) geçirir. Uranüs'ün atmosferi özelliksiz gaz tabakasından oluşur. Çekirdeğindeki kaya yapı yüksek basınç altındaki su okyanusu ile çevrilidir. Uranüs'ün 27 uydusundan Ariel, Miranda, Umbriel ve Oberon en çok bilinenleridir.

Neptün: Büyüklük bakımından dördüncü sırada olan Neptün, Güneş'e en uzak gezegendir ve teleskop ile keşfedilmeden önce matematiksel olarak keşfedilmiştir. Alexis Bouvard (Aleksis Buvırt), Uranüs'ün yörüngesindeki beklenmedik sapmaların bilinmeyen bir gezegenin çekim etkisinden kaynaklanacağını ileri sürmüş, daha sonra Urbain Le Verrier (Urbein Le Veriyır) bu gezegenin olası yörüngesini hesaplamış ve 23 Eylül 1846 tarihinde Johann Gottfried Galle (Yohan Gatfirid Geal), Urbain Le Verrier tarafından hesaplanan yerin çok yakınında gezegeni keşfetmiştir. Kısa bir süre sonra da gezegenin en büyük uydusu olan Triton'u keşfetmiştir. Atmosferi Uranüs'ün atmosferinin kimyasal yapısına benzemesine rağmen Neptün'deki bulutlar daha belirgin özelliklere sahiptir. Dünya'dan yapılan gözlemlerde Neptün'ün etrafında eşit olmayan yoğunlukta halkalar olduğu gözlemlenmiştir. Neptün'ün 13 uydusu vardır. Bunlardan Triton ve Nereid en çok bilinenlerdir (Görsel 2.34).

Güneş sistemindeki gezegenlerin yarıçap, kütle ve dolanma dönemleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 2.3 Güneş sistemindeki gezegenlerin yarı çapı, kütle ve dolanma dönemleri.

GEZEGENİN ADI	EKVATORAL ÇAP(km)	KÜTLE (kg)	DOLANMA DÖNEMİ
Merkür	4 878	$3{,}30 \cdot 10^{23}$	89 gün
Venüs	12 104	$4{,}87 \cdot 10^{24}$	225 gün
Dünya	12 756	$5{,}98 \cdot 10^{24}$	365 gün
Mars	6 787	$6{,}44 \cdot 10^{23}$	687 gün
Jüpiter	142 800	$1{,}90 \cdot 10^{27}$	11,9 yıl
Satürn	120 660	$5{,}69 \cdot 10^{26}$	29,5 yıl
Uranüs	50 800	$8{,}76 \cdot 10^{25}$	84 yıl
Neptün	48 600	$1{,}03 \cdot 10^{26}$	1648 yıl

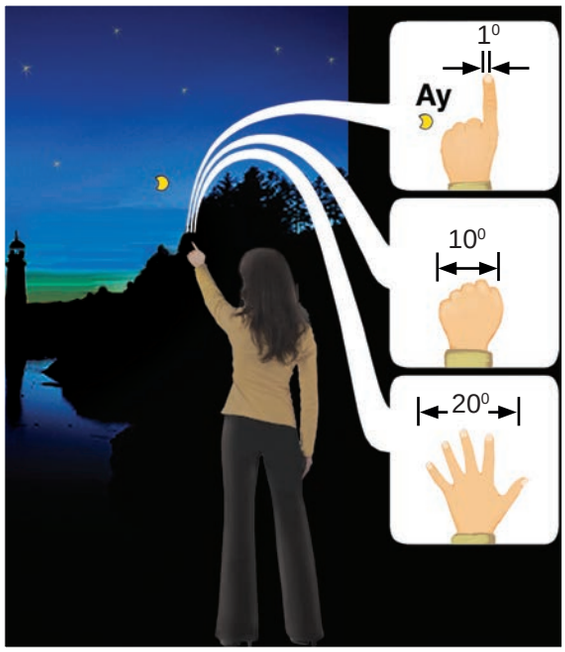
Gezegenler birer ışık kaynağı değildir. Onları, tıpkı Ay gibi, Güneş'ten gelen ışığı yansıttıkları için görebilmekteyiz. Işıkları yıldızların ışığı gibi titreşim yapmaz. Yıldızlar, teleskopla bile bakıldığında birer nokta kaynak gibi görülürken gezegenler küçük de olsa bir disk şeklinde görülür. Yıldızların ışığı, gerek yıldızlar arası ortamdaki gaz ve tozların hareketleri gerekse Dünya atmosferindeki hareketler nedeniyle bakış doğrultumuzdan sürekli gelip gider yani bir görünür bir kaybolur. Bu da onların ışığının titriyormuş gibi gözükmesine neden olur. Hâlbuki gezegenler noktasal görünümde olmadıklarından bu şekildeki titreşim onlarda gözlenemez. Yıldızlar gökyüzünde her yere dağılmıştır, gezegenler ise Güneş'in gündüz hareket ettiği yola çok yakın bir bölge içinde bulunur. Ülkemizde geceleyin bir gezegen gözlemlemek istediğimizde önce Güneş'in gündüz izlediği yol belirlenir. Gece olduğunda yüzümüzü güneye dönerek Güneş'in izlediği yol civarında ışığı titremeyen yıldız benzeri bir cisim aramamız gerekir. Bu şekilde belirlediğimiz bir gezegeni art arda birkaç gece gözlemlersek onun yıldızlara göre konum değiştirdiğini görürüz. Zaten onlara "gezegen" adı verilmesinin nedeni de gökyüzünde yıldızlar arasında bu şekilde sürekli yer değiştiriyor (geziniyor) olmalarıdır.

ASTRO-NOT

Gözlemsel astronomide gök cisimlerinin konumlarının belirlenmesi çok önemlidir. Hatta astronominin "konum astronomisi" denen bir alt dalı bile vardır. Amatör astronomlar gerek duyduklarında pratik yöntemlerden de yararlanırlar. Örneğin, kolumuzu uzattığımızda işaret parmağımız yaklaşık 1°, yumruğumuz yaklaşık 10° ve karışımız ise yaklaşık 20°'lik açısal ayrıklığa karşılık gelir (Görsel 2.35).

Gök cisimlerini konumlandırmaya örnek:

Ay'ın batısında10° (bir yumruk) uzağındaki sarı renkli yıldız veya Mars'ın 23° (bir karıştan biraz fazla) kuzeyindeki parlak yıldız gibi tanımlamalar kullanılabilir.



Görsel 2.35 Açısal büyüklükler.

ETKİNLİK 2.7

- Hava koşullarının uygun olduğu bir gecede çıplak gözle gökyüzünü gözlemleyiniz (Görsel 2.36 ve 2.37). Gözlem yaparken yıldızları ve gezegenleri ayırt etmeye çalışınız.

Görsel 2.36 Gök atlası inceleyen öğrenciler.

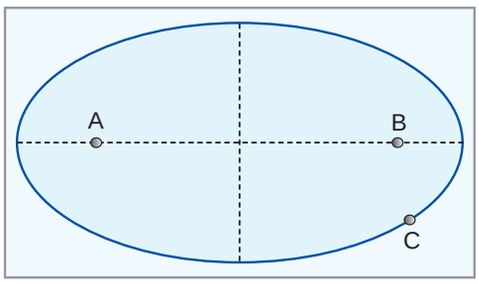
Görsel 2.37 Gökyüzünü gözlemleyen öğrenciler.

- Gözlemlediğiniz gezegenleri Ay ya da başka bir gök cismine göre konumlandırarak gözlem zamanını ve konumunu not ediniz.
- İmkânlar dâhilinde gözlemlediğiniz gezegenleri video kaydına alınız (Uyarı: Gece boyunca gözlemlediğiniz gök cismi objektifin görüş alanından çıkacağından kayıt süresi boyunca cisim takip edilerek gerekli ayarlar yapılmalıdır.).
- Gözlemlerden elde ettiğiniz sonuçları içeren bir tablo yaparak sınıfta sununuz (Çekmiş olduğunuz video kayıtlarını sınıfta arkadaşlarınıza izlettirerek gezegenlerin gece boyunca konumlarındaki değişimi inceleyiniz.).

2.4. MODERN ASTRONOMİNİN DOĞUŞU

5N 1K

Güneş sisteminde gezegenler Güneş etrafında belirli yörüngelerde dolanmaktadır. Buna göre yandaki şekilde Güneş ve Mars gezegeni A, B ve C noktalarından hangilerinde olabilir? Neden?

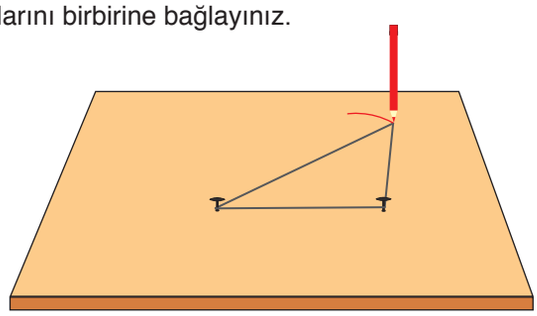


ETKİNLİK 2.8

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Tahta levha, çivi ,çekiç, ip, kalem

Gezegenlerin Güneş etrafında izledikleri yörüngeyi temsilen çizebilmek için:

- Dikdörtgensel bölge şeklindeki bir tahta levhaya şekildeki gibi iki çivi çakınız. (Dikkat: Çekiç ile çivileri çakarken tedbirli olunuz.)
- Çiviler arası uzaklığın üç katı uzunlukta bir ipin uçlarını birbirine bağlayınız.
- İpi çivilere geçirip kaleminizle üçgen oluşturacak şekilde geriniz.
- İp gergin olacak şekilde kaleminizi tahta üzerinde bir tam tur attırınız.
- Tahta üzerinde kaleminizin çizdiği geometrik şeklin adı nedir? Çivilerin bulunduğu yerler bu geometrik şeklin hangi elemanlarıdır?
- Çizdiğiniz geometrik şekil ile gezegenlerin Güneş etrefındaki yörüngeleri arasındaki benzerlikler nelerdir?



Modern astronomi, Kopernik'in Güneş merkezli evren modelinin ayrıntılarını ortaya koymasıyla başlar. Aslında Güneş merkezli evren modeli daha önce Aristo (Aristoteles, MÖ 384-322) ve Aristarkus (Aristarchus, MÖ 312-230) tarafından da tartışılmışsa da ayrıntıları ortaya konulamadığından uzun yıllar unutulmuştur.

Kopernik'in (1473-1543) çalışmaları ağırlıklı olarak matematikseldi ve çizelgelerle doluydu. Gezegen devinimlerinde gözlenen bir dizi anormallik matematiksel ifadelerle yeterince iyi açıklanamıyordu. Kopernik, hesaplarında Dünya merkezli evren kuramından farklı olarak evrenin merkezi olarak Güneş'i almıştır. Eudoxus, Aristo ve Batlamyus'tan (yaklaşık olarak MS 85-165) beri yüzyıllarca süre "Yerküre merkezli evren modeli" savunulurken Kopernik, "Güneş merkezli evren modeli" ile gezegenlerin hareketlerinin daha kolay açıklanabileceğini savundu ve Batlamyus modelinin karşısına alternatif bir kuram koydu. O dönemde Dünya'yı evrenin merkezinden kaldırmanın doğuracağı dinsel sakıncalara rağmen Kopernik, görüşünü ısrarla savundu. Bu yeni kuramla birlikte insanın evrendeki konumu da yeniden sorgulanmaya başlanmıştır.

Tyco Brahe (Tayko Brehi) (1546-1601), dönemin kralından aldığı yardımlarla Avrupa'nın ilk modern gözlemevini Danimarka'da kurdu. Çıplak gözle yaptığı gözlemlerle yıldız ve gezegen konumlarını veren kataloglar hazırladı. Yıldızlar ve gezegenlerin Ay'dan çok uzakta olduğunu gösterdi. Tyco Brahe'nin sistemine göre yer sabittir. Ay, gezegen ve yıldızlar Güneş'in etrafında dolanmaktadır.

Johannes Kepler (Yohannes Kepler) (1571-1630) ise hocası Tycho Brahe'nin (1546-1601) gözlem verileri üzerinde yıllarca çalışarak gezegenlerin, Güneş etrafındaki hareketlerinin temelini ortaya koyan ünlü "Kepler Yasaları"nı ortaya koymuştur.

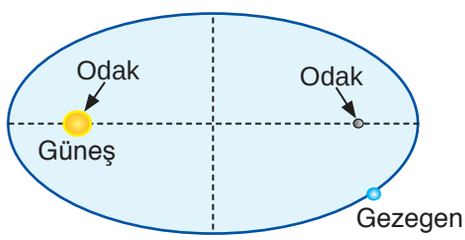
Galileo Galilei (1564-1642), Kopernik'in kuramını gözlemsel açıdan desteklemiştir. İtalyan bilim insanı Galilei, mercekli bir teleskop yaparak 1609 yılında gözlemlere başladı. En önemli gözlem sonuçlarını 1610 yılında elde etti. Jüpiter'in dört uydusunu bularak ilk defa yerküre etrafında dolanmayan gök cisimlerinin varlığını ispat etti. Gözlemleri sonunda Venüs gezegeninin evreler gösterdiğini ve Ay'ın üzerindeki yüzey şekilleri olduğunu ortaya koydu.

Kepler'in gezegenlerin hareketlerini açıklamak üzere ortaya koyduğu gözlemsel yasalar daha sonra **Isaac Newton** (1642-1727) tarafından matematiksel olarak da gerçeklenmiştir. Newton, Kütle Çekim Yasası'nı ve ışığın bazı özelliklerini keşfetmiş ve bir teleskop geliştirmiştir. Newton'ın düşüncesine göre Ay bazı kuvvetler tarafından Dünya'ya doğru çekilmeliydi. Çünkü onu çeken hiçbir kuvvet olmasaydı Ay bir yörünge hareketi yapamazdı. Newton'ın Evrensel Çekim Yasası olarak adlandırılan yasaya göre Güneş'in kütlesi iki katına çıkarsa Güneş'in yerküreye uyguladığı çekim kuvveti de iki katına çıkar fakat aralarındaki uzaklığı iki katına çıkarırsak Dünya üzerine uygulanan kuvvet dörtte birine düşer. Böylece uzun süren gözlemsel ve matematiksel çalışmalar sonucunda "Güneş Merkezli Evren Kuramı" tam olarak ortaya konmuş oldu.

Kepler'in bulgularına göre Mars'ın yörüngesi elips biçimindedir ve Güneş, bu elipsin odaklarından birinde yer almaktadır. Kepler daha sonra konuyla ilgili iki prensip daha buldu ve bunları gezegen hareketinin üç yasası olarak yayımladı. Kepler yasaları gezegenlerin yörünge hareketlerini açıklayan yasalardır.

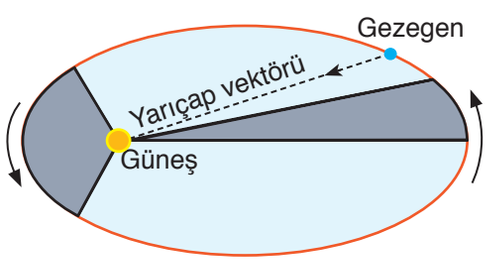
2.4.1. KEPLER YASALARI

1. Gezegenler, odaklarından birinde Güneş olan elips şeklindeki yörüngelerde dolanır (Yörüngeler Yasası).



Yörüngeler Yasası

2. Gezegeni Güneş'e birleştiren doğru parçası (yarıçap vektörü) eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar (Alanlar Yasası).



Alanlar Yasası

3. Gezegenin Güneş çevresindeki dolanma döneminin *(P)* karesi, Güneş'e olan ortalama uzaklığının (*a*) küpü ile orantılıdır (Periyotlar Yasası).

$$\frac{P^2}{a^3} = \text{sabit}$$

Burada a, elips yörüngenin yarı-büyük eksen uzunluğudur. Buna göre iki gezegenin dolanma dönemlerinin karelerinin oranı, onların Güneş'e ortalama uzaklıklarının küpleri oranına eşittir.

$$\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

ÖRNEK 2.3

Güneş-Dünya arası uzaklık 1 AB, Dünya'nın dolanma dönemi 1 yıl ve Merkür'ün Güneş'e ortalama uzaklığı 0,389 AB olmak üzere Kepler'in üçüncü yasasını Merkür ve Dünya için uygulayarak Merkür'ün dolanma dönemini bulunuz.

ÇÖZÜM

$a_{DÜNYA} = 1$ AB

$a_{MERKÜR} = 0{,}389$ AB

$P_{DÜNYA} = 1$ yıl

$P_{MERKÜR} = ?$

$$\frac{(a_{DÜNYA})^3}{(a_{MERKÜR})^3} = \frac{(P_{DÜNYA})^2}{(P_{MERKÜR})^2} \qquad \frac{(1)^3}{(0{,}389)^3} = \frac{(1)^2}{(P_{MERKÜR})^2}$$

$P_{MERKÜR} = 0{,}246$ yıl $= 88{,}617$ gün

ETKİNLİK 2.9

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Hesap makinesi

- Kepler'in üçüncü yasasını kullanarak aşağıdaki tabloda ***a*** değerleri verilen gezegenler için ***P*** değerlerini hesaplayınız.

GEZEGEN	(***a***) GÜNEŞ'E OLAN ORTALAMA UZAKLIK (AB)	(***P***) DOLANMA DÖNEMİ (Yıl)	(***P***) DOLANMA DÖNEMİ (Gün)
Merkür	0,389		
Venüs	0,724		
Dünya	1,000	1	365,25
Mars	1,554		
Jüpiter	5,200		
Satürn	9,510		

Tablodan elde edeceğiniz *a* ve *P* değerleri için aşağıdaki *a*-*P* grafiğini çiziniz.

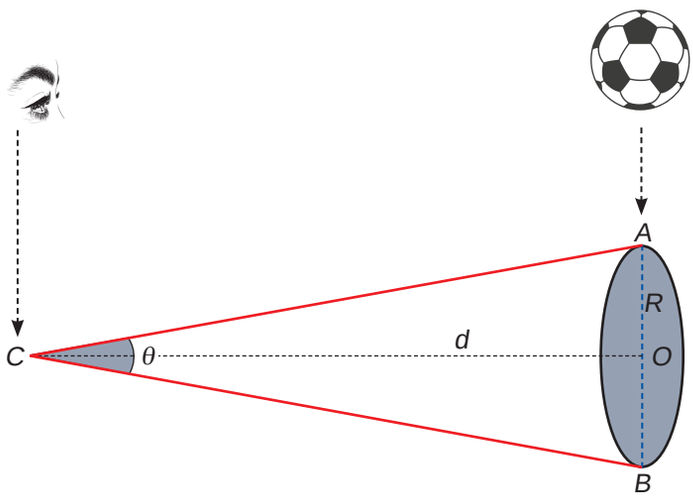
Gezegenlere ilişkin *a*-*P* grafiği

- Elde ettiğiniz grafikten *a* ile *P* arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

2.5. UZAKLIK VE GÖRÜNÜR BÜYÜKLÜK

5N 1K

Bizden *d* uzaklığındaki *R* yarıçaplı bir futbol topunu dikkate alalım. Ona baktığımızda onu daire şeklinde görürüz. Bu dairenin herhangi bir çapını dikkate alalım. Çapın uç noktaları sırasıyla *A* ve *B*, bizim bulunduğumuz nokta da *C* olsun. Ortaya çıkan ve şekilde θ ile gösterilmiş olan *ACB* düzlem açısına cismin görünür çapı, başka bir deyişle cismin görünür büyüklüğü denir.



- Futbol topunun görünür çapı θ ile *d* uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Yıldızların çok küçük görünmelerinin (görünür büyüklüklerinin çok küçük olması) nedeni ne olabilir ?
- Görünür çapları farklı olan iki yıldızın gerçek yarıçaplarını birbiriyle kıyaslayabilir miyiz? Neden?

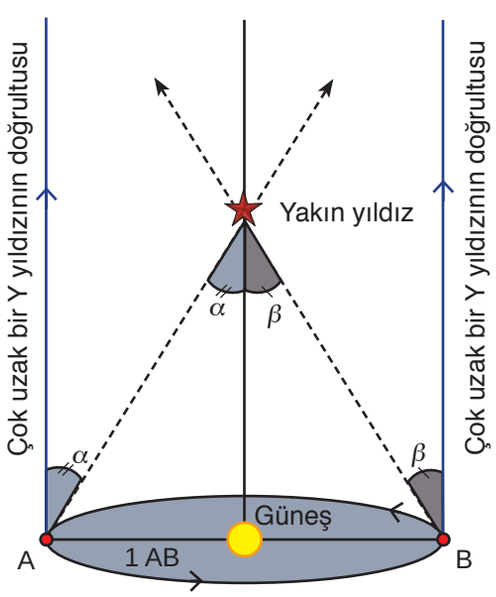
2.5.1. IRAKSIM (IRAKLIK AÇISI, PARALAKS)

Asronomide en önemli konulardan biri de gök cisimlerinin uzaklıklarının belirlenmesidir. Uzak bir cisme farklı bakış doğrultularından bakıldığında onun daha uzak cisimlere göre yer değiştirdiği gözlenir. Belli bir tarihte Dünya yörünge çapının bir ucunda (A noktası) yıldız doğrultusu ile çok uzak bir yıldız doğrultusu arasındaki açı (α) ölçülür. Altı ay sonra Dünya yörünge çapının diğer ucunda (B noktası) benzer şekilde ölçülen açı (β) belirlenir. Dünya'nın yörünge çapının (AB doğru parçası) görünür büyüklüğü *(2p)* yakın yıldızdan bakılınca,

$2p = \alpha + \beta$ olacaktır.

O hâlde yıldızın ıraksımı yani yıldızdan bakılınca ortalama Dünya-Güneş uzaklığını gören açı, *(p)*;

$p = \frac{\alpha+\beta}{2}$ olacaktır.



Bu hesaplamalarda Dünya'nın yörüngesi çember kabul edilmiştir. Aslında yörünge tam olarak çember değil, fakat çembere çok yakın elips şeklindedir.

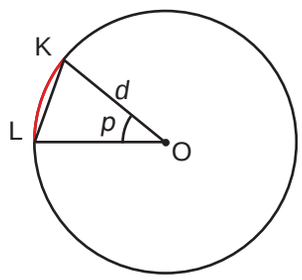
50. sayfadaki etkinlikte C noktasındaki öğrencinin AB doğru parçasına göre ıraklık açısı *2p*'dir. Eğer AB doğru parçası, C'den daha uzakta olsaydı bu durumda C'nin ıraksımı da daha küçük olurdu. Tersine AB doğru parçasının boyunu daha uzun seçseydik bu durumda C'nin ıraksımı daha büyük olurdu.

Yıldızlar çok uzak olduğundan onların ıraksımları çok küçüktür. Bu nedenle yıldızların ıraksımlarını ölçebilmek için çok büyük AB doğru parçasına ihtiyaç vardır. Dünya ölçülerinde kaldığımız sürece yıldızların ıraksımları ölçülemeyecek kadar küçüktür.

Yıldız ıraksımları Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin çapına göre ölçülür. Dünya-Güneş ortalama uzaklığı 1 AB olduğuna göre etkinliğimizdeki AB doğru parçası artık 1 AB = $149{,}6.10^{6}$ km uzunluğundadır. Buna rağmen en yakın yıldızın ıraksımı 1 derecenin 3 600 de birinden daha küçüktür. En yakın yıldızın ıraksımı bile 1 m yarıçaplı bir kürenin 400 km uzaklıktan ölçülen görünür çapından daha küçüktür.

O merkezli d yarıçaplı çemberde KL yayının uzunluğu;

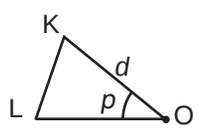
$$\frac{|\widehat{KL}|}{\text{Çevre}} = \frac{p}{360^\circ} \quad , \quad \frac{|\widehat{KL}|}{2\pi d} = \frac{p}{360^\circ} \quad , \quad |\widehat{KL}| = \frac{\pi.d.p}{180^\circ} \text{ dir.}$$



KL yayını gören merkez açı,

$$p = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{|\widehat{KL}|}{d} \text{ dir.}$$

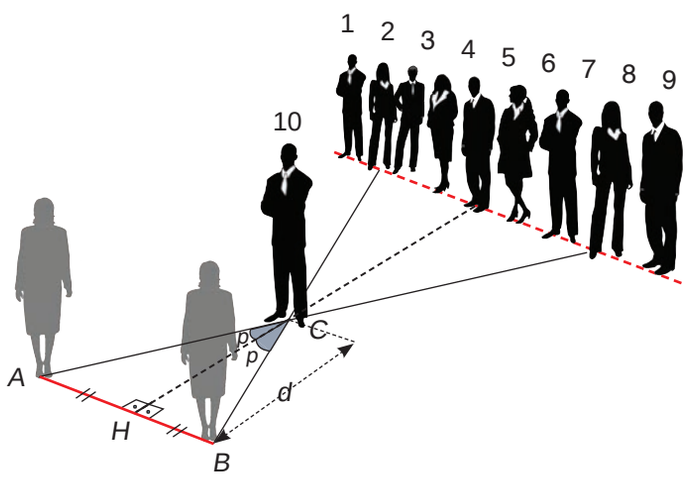
d 'nin çok büyük, p açısının çok küçük olduğu durumlarlarda KL yayının uzunluğu yerine KL kirişinin uzunluğunu alabiliriz. KOL daire sektörü de KOL üçgeni olarak düşünülür.



ETKİNLİK 2.10

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Tebeşir, not defteri, kalem, metre.

- Sınıf zemininde duvarın 1 m uzağında ve duvara paralel 2 metre uzunluğunda AB doğru parçası çizilir. Karşı duvar önüne dokuz öğrenci eşit aralıklarla dizilir. Onuncu öğrenci, AB doğru parçasının orta dikmesi üzerinde ve AB doğru parçasına d uzaklığında bir yerde durur.

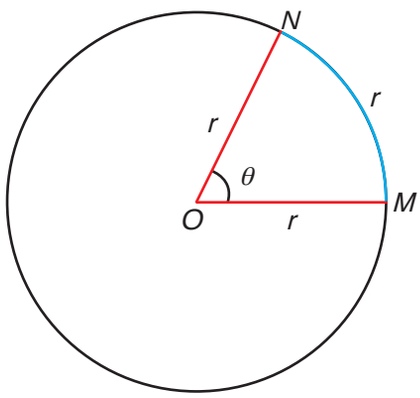


- Gözlem yapacak öğrenci önce A sonra da B noktasına gelir ve 10 numaralı öğrenciye bakarak onun arka plandaki öğrencilerden hangisi ile aynı doğrultuda olduğunu not eder. ACB açısı *(2p açısı)* tahmin edilir. On numaralı öğrenci AB doğru parçasının orta dikmesi üzerinde yer değiştirerek benzer gözlemler tekrarlanır.
- 10 numaralı öğrenci bir yakın yıldız, 1-9 numaralı öğrenciler de çok uzak yıldızlar olarak kabul edilirse A ve B noktalarında yapılan gözlemlerde yakın yıldızın diğer uzak yıldızlara göre yer değiştirmiş olduğu görülecektir.
- Sizce $2p$ açısı, 10 numaralı öğrencinin bulunduğu yerden bakıldığında AB doğru parçasının görünür büyüklüğü olarak ele alınabilir mi?
- p açısı (veya $2p$ açısı) ile d arasında nasıl bir ilişki vardır?
- $2p$ açısı hassas bir şekilde ölçülebilirse 10 numaralı öğrencinin AB doğru parçasına olan d uzaklığı hesaplanabilir mi?

Açı Ölçüleri

Konum astronomisinde gök cisimlerinin konumlarını belirlerken ya da onların gökyüzündeki hareket miktarlarını ifade ederken açılardan yararlanırız. Bunun için açılar astronomide büyük bir öneme sahiptir. Bir açının ölçüsünü ifade etmek için "radyan" ve "derece" gibi birimler daha çok kullanılmaktadır.

Radyan (rad)

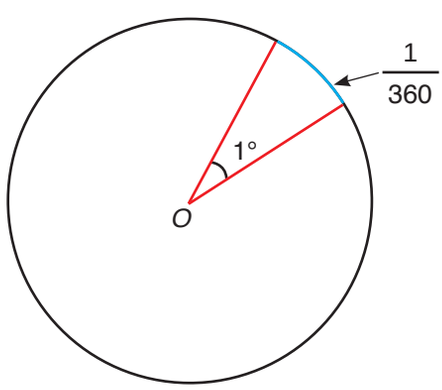


Bir çemberin yarıçapına eşit uzunluğa sahip yayına 1 radyanlık yay ve bu yayı gören merkez açıya da **1 radyanlık açı** denir. Radyan kısaca rad ile gösterilir.

1,5 radyan = 1,5 rad

r yarıçaplı çemberin çevre uzunluğu $2\pi r$ olduğuna göre bunun içerisinde, uzunluğu r olan 2π yay vardır. O hâlde bir çemberin çevresi ve çevresini gören merkez açının ölçüsü 2π radyandır.

Derece



Bir dairenin çevresinin 360'da biri uzunluğundaki yayına 1 derecelik yay ve bu yayı gören merkez açıya da **1 derecelik açı** denir. Derece kısaca " ° " sembolü ile gösterilir.

15 derece = 15°

Derecenin alt birimleri olarak "açı dakikası" ve "açı saniyesi" kullanılır. Derecenin 60'ta birine **açı dakikası** denir ve " $'$ " sembolü ile gösterilir.

15 açı dakikası = $15'$

Açı dakikasının 60'ta birine ise **açı saniyesi** denir ve " $''$ " sembolü ile gösterilir.

15 açı saniyesi = $15''$

$1° = 60$ açı dakikası $= 60'$

$1° = 60' = 60 \cdot 60 = 3\,600$ açı saniyesi $= 3\,600''$

ASTRO-NOT

Açı ölçülerini birbiri cinsinden yazabilmek için D: derece, R: radyan olmak üzere,

$\frac{D}{360°} = \frac{R}{2\pi}$ orantısı kullanılır.

ÖRNEK 2.4

270° kaç radyandır?

ÇÖZÜM $\frac{D}{360°} = \frac{R}{2\pi}$

$\frac{270°}{360°} = \frac{R}{2\pi}$

$R = \frac{270° \cdot 2\pi}{360°}$

$R = \frac{3\pi}{2}$ radyan

ÖRNEK 2.5

$\frac{4\pi}{3}$ radyan kaç derecedir?

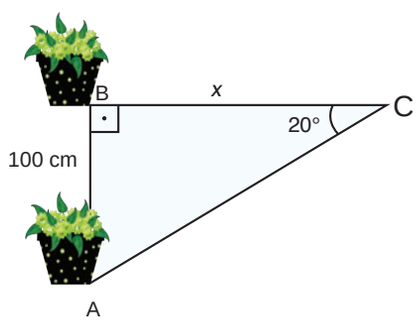
ÇÖZÜM $\frac{D}{360°} = \frac{R}{2\pi}$

$\frac{D}{360°} = \frac{\frac{4\pi}{3}}{2\pi}$

$D = \frac{360° \cdot 4\pi}{6\pi}$

$D = 240°$

ÖRNEK 2.6



ABC dik üçgeninde m(ACB) = 20° ve |AB| = 100 cm'dir. A ve B noktalarındaki saksılara C noktasından bakan bir gözlemci B'den kaç cm uzaklıktadır?
(tan 20° = 0,3640'dir)

ÇÖZÜM ABC dik üçgeninde; trigonometriden faydalanarak C açısı için tanjantı tanımlarsak,

$\tan \hat{C} = \frac{100}{x}$

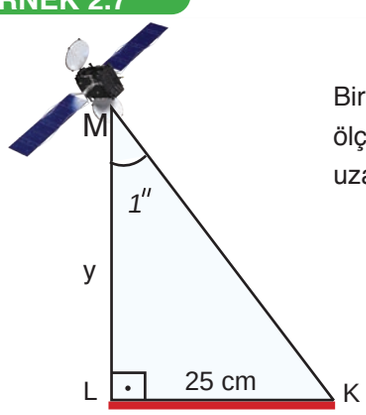
$\tan 20° = \frac{100}{x}$

$x = \frac{100}{\tan 20°}$

$x = \frac{100}{0{,}3640}$

$x = 274{,}73$ cm bulunur.

ÖRNEK 2.7



Bir uydu yeryüzündeki 25 cm'lik uzaklığı 1'' hassasiyetiyle ölçebildiğine göre KLM dik üçgeninde, uydunun yeryüzüne uzaklığı (|LM|) kaç km'dir? ($\tan 0°,00027 = 4{,}8 \cdot 10^{-6}$)

ÇÖZÜM

|LM| uzunluğunu hesaplayabilmek için;

$\tan \hat{M} = \frac{25}{y}$ M açısının kaç dereceye karşılık geldiğini bulalım,

1^0 $3600''$ ise

x $1''$

$x = 0^0,00027$

$\tan 0^0,00027 = \frac{25}{y}$

$4{,}8 \cdot 10^{-6} = \frac{25}{y}$

$y = \frac{25}{4{,}8 \cdot 10^{-6}}$

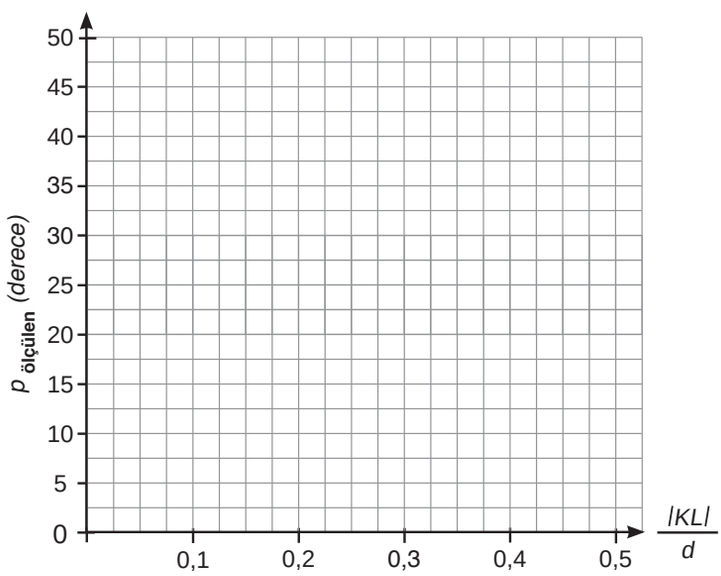
$y = 5{,}2 \cdot 10^6$ cm

$y = 52$ km bulunur.

ETKİNLİK 2.11

- Bir resim kâğıdı üzerine 5 cm uzunluğunda *KL* doğru parçası ve *L* noktasında *KL* doğru parçasına dikme çiziniz. Bu dikme üzerinde hareketli (önceki etkinlikteki şekildeki 10 numaralı öğrenci gibi) bir *C* noktası olsun. *CL* doğru parçasının uzunluğu *(d)* 10 cm olacak şekilde bir *C* noktası işaretleyerek *CLK* üçgenini çiziniz. *C* açısını ölçerek bulduğunuz değeri aşağıda verilen tabloda $p_{ölçülen}$ sütununa yazınız. Yukarıda yaptığımız işlemleri *CL* doğru parçasının uzunluğu sırasıyla 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 *cm* değerleri için tekrarlayınız.

Tablodaki $\frac{|KL|}{d}$ ve $p_{ölçülen}$ değerlerini kullanarak aşağıda gösterildiği gibi bir $\frac{|KL|}{d}$ — *p* grafiğini çiziniz.



$\frac{|KL|}{d}$ — *p* Grafiği

- Grafikten yararlanarak *p* açısının *10°*, *5°* ve *1°* değerleri için *d* değerlerini hesaplayınız.
- *p* açısı derece biriminde olmak üzere $p = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{|KL|}{d}$ bağıntısını kullanarak her bir $\frac{|KL|}{d}$ değeri için bir *p* değeri hesaplayıp tablodaki $p_{hesaplanan}$ sütununa yazınız (π=3,14 alınız.). *Fark* = $p_{ölçülen} - p_{hesaplanan}$ değerlerini tablonun son sütununa yazınız.

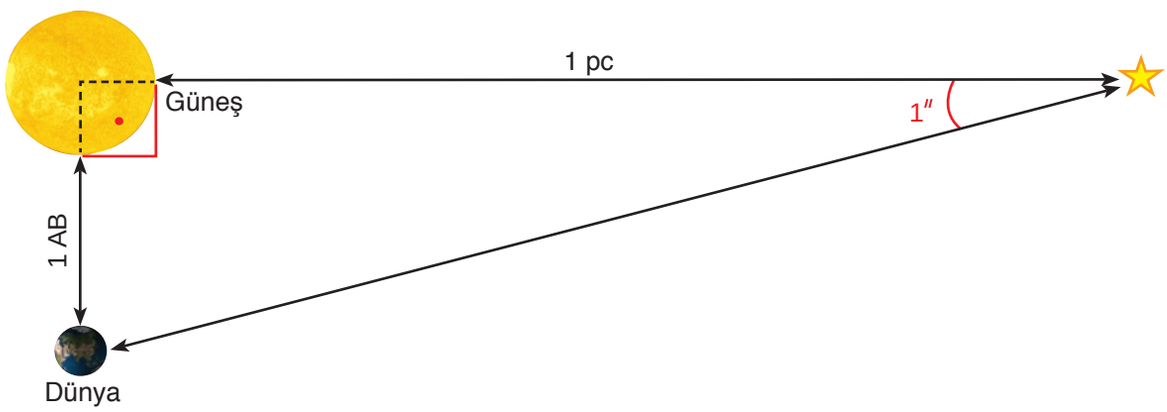
d *(cm)*	$\frac{|KL|}{d}$	$p_{ölçülen}$ (derece)	$p_{hesaplanan}$ (derece)	**Fark** (derece)
10	0,50			
15	0,33			
20	0,25			
25	0,20			
30	0,17			
35	0,14			
40	0,13			
45	0,11			
50	0,10			

- Hesaplanan *p* değerleri hangi durumlarda ölçülen *p* değerleri yerine kullanılabilir? Yorumlayınız.

2.5.2. YILDIZLARIN UZAKLIKLARI

Yıldızların uzaklıkları çok büyük olduğundan dünya ölçülerindeki uzaklık birimleri yetersiz kalır. Astronomide kullanılan uzaklık birimleri; astronomi birimi, (AB) ışık yılı (IY) veya parsektir (pc). Astronomi birimini ve ışık yılını daha önce tanımlamıştık. Güneş sistemi içerisindeki uzaklıkları ifade etmek için AB, yıldızların uzaklığı için de "IY" veya "pc" uzaklık birimleri kullanılır.

Parsek (pc): Dünya-Güneş ortalama uzaklığını (1 AB), 1 açı saniyesi ile gören bir noktanın uzaklığına ya da ıraksımı $p = 1''$ olan bir yıldızın uzaklığına 1 parsek denir ve 1 pc olarak gösterilir.



Daha önce ıraksım ile uzaklık arasında,

$p = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{|KL|}{d}$ şeklinde bir ilişki olduğunu belirtmiştik. Burada $|KL|$ yer-güneş uzaklığı, d yıldızın Güneş'e uzaklığı olsun.

Bu formülde p, derece biriminde iken $|KL|$ ile d aynı uzaklık birimidir. Eğer uzaklık birimi olarak AB'yi seçersek $|KL| = 1$ AB ve p (derece) $= \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{1}{d}$ olur.

p'yi açı saniyesi biriminde elde etmek için derece açı saniyesine çevrilmelidir. Bunun için de bağıntı 3600 ile çarpılmalıdır.

$p'' = 3\,600 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{1}{d}$ buradan da,

d (AB) $= 3\,600 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{1}{p''} \cong \frac{206\,265}{p''}$ ifadesini elde ederiz.

Tanım gereği, ıraksımı $p = 1''$ olan yıldızın uzaklığı 1 pc olduğundan pc ile AB arasında;

1 pc $\cong$ 206 265 AB ilişkisi vardı.

Buna göre,

$p'' = \frac{1}{d\ (pc)}$ şeklinde bir bağıntı elde ederiz.

Iraksım açısının ölçülmesini zorlaştıran etmenlerden biri de yerin atmosferik hareketleridir. Daha duyarlı ölçümler ancak atmosfer dışından yapılabilir. Bu nedenle, yıldızların ıraksım açılarını ölçmek için yörüngeye uydu teleskoplar yerleştirilmiştir. Bu teleskoplarla yaklaşık olarak 700 pc'e kadar yıldız uzaklıkları ölçülebilmektedir. Daha uzak yıldızların ıraksımları artık ölçülemeyecek kadar küçüktür ve bu yıldızların uzaklıkları bu yöntemle (trigonometrik ıraksım yöntemi) belirlenememektedir. Trigonometrik ıraksım yönteminin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılan başka uzaklık belirleme yöntemleri de vardır.

ETKİNLİK 2.12

- Nispeten yakın yıldızların Güneş'e olan uzaklıklarını belirlemek için trigonometrik ıraksım yöntemi ($d = \frac{1}{p''}$) kullanılır.
- Tabloda ıraksımları verilen yıldızların uzaklıklarını "pc" ve "AB" birimlerinde hesaplayarak ilgili sütunları doldurunuz.

Yıldızın Adı	**Yıldızın Iraksınımı** p''	**Yıldızın Uzaklığı** d (pc)	**Yıldızın Uzaklığı** d (AB)
Proxima Cen (Proksima Sen)	0,763		
Alfa Cen A (Alfa Sen A)	0,741		
Barnard Yıldızı	0,522		
Wolf 359 (Volf 359)	0,426		
Luyten 726-8A	0,387		
Sirius A (Sirus A)	0,377		
Ross 154 (Ros 154)	0,345		

- Yıldızların ıraksınımı ile uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Iraksım ile görünür büyüklük arasında yakın bir ilişki vardır. Görünür büyüklük konusunda çapı $2R$ olan futbol topunun d uzaklığındaki görünür çapı θ ile verilmişti. Iraksım ile ilişkilendirdiğimizde θ açısı, topa d uzaklıkta duran cismin topun $2R$'lik çapını gören ıraksım açısıdır. Buna göre,

p (derece)$=\frac{180°}{\pi}\cdot\frac{|KL|}{d}$ ıraksım formülünde $|KL|=2R$, $p=\theta$ alınarak θ(derece) $=\frac{180°}{\pi}\cdot\frac{2R}{d}$ veya

$\theta''=206\,265\cdot\frac{2R}{d}=206\,265\cdot\frac{1}{d}\cdot 2R$ yazabiliriz. Bu formülde d ve R' yi pc biriminde alırsak $\frac{1}{d}=p''$ olacağından,

$\theta''=206\,265\cdot p''\cdot 2R$ bağıntısını elde ederiz.

Bu formülde R'nin biriminin "pc" olduğuna dikkat edilmelidir. "pc" birimi yıldızların yarıçapları için çok büyük kalır. Bu nedenle bu bağıntıda bulunan R değeri önce 206 265 ile çarpılarak AB'ye sonra da $149{,}6\cdot10^6$ ile çarpılarak km'ye çevrilebilir. Bir yakın yıldızın ıraksımı ve görünür çapı ölçümlerle elde edilebildiğinden, bu ölçümlerden yararlanarak yıldızın gerçek çapını (pc biriminde),

$2R=\frac{1}{206\,265}\cdot\frac{\theta''}{p''}$ bağıntısından elde edebiliriz.

$2R$' nin AB cinsinden değeri ise 1 pc = 206 265 AB olduğundan, $2R=\frac{\theta''}{p''}$ olur.

ÖRNEK 2.8

Günümüz teknolojisiyle ancak $0''{,}0015$ değerinden büyük olan görünür çaplar ölçülebilmektedir. Buna göre görünür çapı $0''{,}01$ ve ıraksımı $0''{,}66$ olan bir yıldızın gerçek yarıçapını AB, km ve Güneş'in yarıçapı cinsinden hesaplayınız (Güneş'in yarıçapı $R_\odot = 796\,000$ km'dir.).

ÇÖZÜM

Verilenlere göre $\theta = 0''{,}01$ ve $p = 0''{,}66$ dır.

$2R=\frac{\theta''}{p''}\Rightarrow 2R=\frac{0{,}01}{0{,}66}$

$2R = 0{,}0152$ AB

$R = 0{,}0076$ AB değerini elde ederiz.

Gerekli dönüşümler yapılırsa, yarıçap için km ve $R_\odot$ biriminde,

$R = 1\,136\,960$ km $= 1{,}43\ R_\odot$ değerleri elde edilir.

Gezegenlerin ve Ay'ın açısal çapları sabit olmayıp yörünge hareketlerinden dolayı belli bir aralıkta değişmektedir. Ay Dünya'ya gezegenlere göre daha yakın olduğu için Ay'ın açısal çapı gezegenlerinkinden daha büyüktür. Aşağıdaki tabloda Güneş sisteminin bazı üyelerinin açısal çapları verilmiştir.

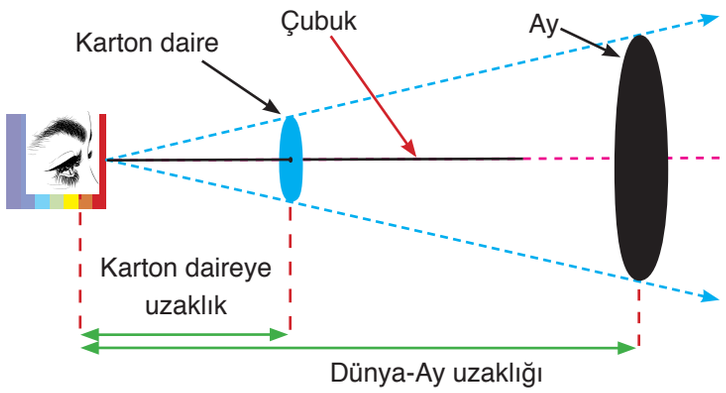
Tablo 2.4 Güneş sistemi üyelerinin açısal çapları.

Güneş	Ay	Venüs	Jüpiter	Satürn	Mars	Uranüs	Neptün
$30'$	$29'$ - $33'$	$10''$ - $58''$	$32''$ - $49''$	$16''$ - $20''$	$4''$ - $16''$	$3''$ - $4''$	$2''$

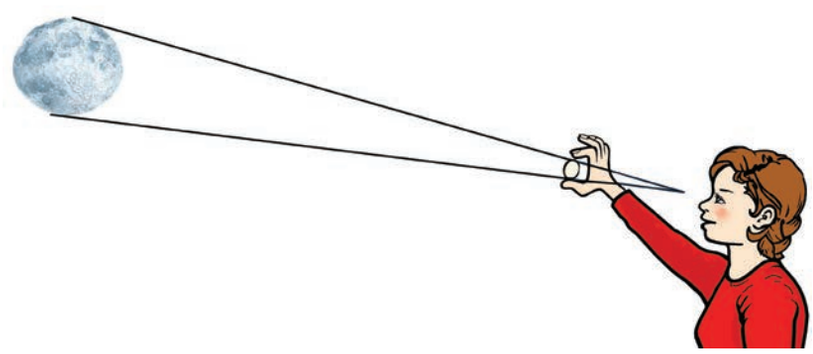
ETKİNLİK 2.13

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Karton, makas, çubuk (1 metre), metre.

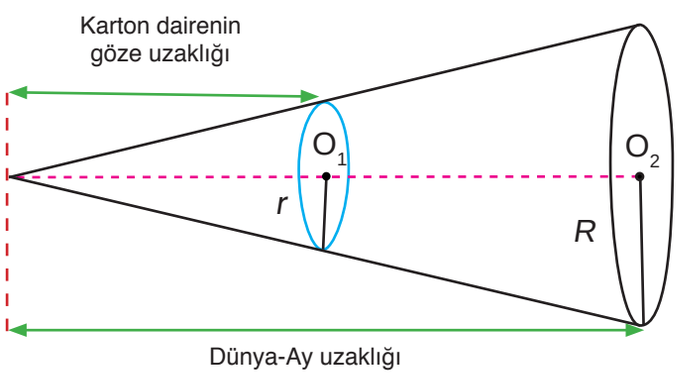
- Çapı 1 cm olan bir karton daireyi tam ortasından delip bir çubuk geçirerek şekildeki düzeneği elde ediniz (Karton daire çubuk üzerinde hareket edebilmelidir.).



- Havanın açık ve Ay'ın dolunay olduğu bir gecede çubuğun bir ucu gözümüzde diğer ucu da Ay'ın görünür diskine bakacak şekilde tutunuz (Dikkat: Gözlem sırasında çubuk gözünüz için tehlikeli olabilir.).
- Karton daireyi, çubuk üzerinde ileri geri hareket ettirerek Ay diskini tam olarak örttüğü konumda sabitleyiniz.



- Karton dairenin gözümüze olan uzaklığını ölçünüz.



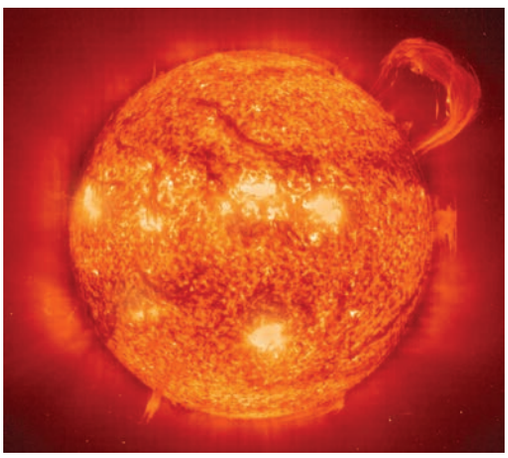
- Karton dairenin gözümüze uzaklığını, Ay-Dünya arası uzaklık değerini (384 000 km) ve karton dairenin yarıçapını (1 cm) kullanarak Ay'ın gerçek yarıçapını hesaplayınız?

2.6. YILDIZLARIN EVRİMİ

5N 1K

Bir yıldız olan Güneş'te (Görsel 2.38) dört hidrojenin bir helyuma dönüşmesi, saniyede 1 038 defa gerçekleşir ve Güneş'in yakabileceği 1 056 hidrojen atomu vardır. Buna göre:

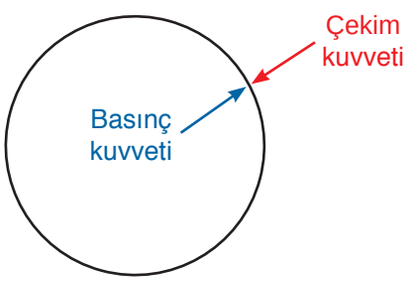
- Güneş, yapısındaki hidrojenin tamamını yaklaşık 8 000 000 000 yılda helyuma dönüştürerek ışıma yapabilir.
- Güneş'in ışıma yaptığı toplam süreyi ömrü kabul edersek Güneş'in kalan ömrü kaç yıldır? Araştırınız.



Görsel 2.38 Güneş

2.6.1. YILDIZLARDA ENERJİ ÜRETİMİ

Yıldızlar, evrimlerinin belli dönemlerinde merkezî kısım ve merkeze yakın yerlerde çekirdek tepkimeleri ile enerji üreten plazma ve gaz maddenin farklı iki hâlidir. Enerji üretmeye devam ettikleri sürece yıldızların içerisinden dışarıya doğru olan ışınım basıncının doğurduğu kuvvetler ile dışarıdan içeriye doğru çekim kuvvetleri dengededir. Bu nedenle, enerji üreten bir yıldızın yarıçapı, uzun yıllar boyunca hemen hemen değişmeden sabit kalır.



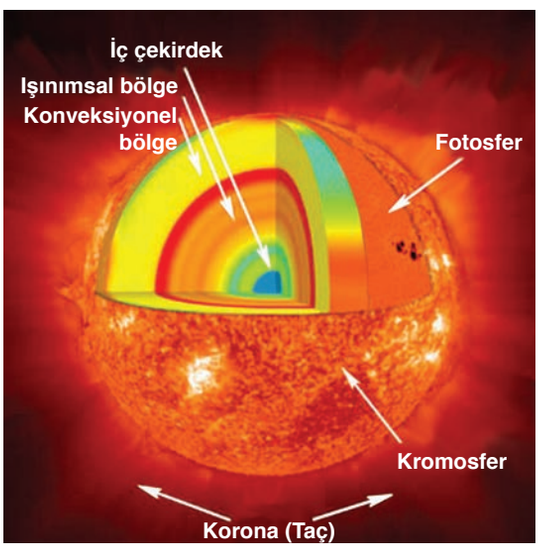
Yıldızların merkezinde çekirdek tepkimeleri ile üretilen enerji yüzeye doğru yayılır ve yüzeyinden ışınım olarak uzaya salınır. Bir yıldızın merkezinde üretilen bir foton doğrudan doğruya yüzeye ulaşamaz. Fotonun yıldızın yüzeyine ulaşması, yıldızın yoğunluğuna ve büyüklüğüne bağlı olarak milyonlarca yıl sürebilir. Merkezde üretilen foton, yüzeye doğru ilerlerken milyonlarca kez soğurulur ve daha uzun dalga boyunda olmak üzere yeniden salınır. Bu da fotonun yüzeye doğru olan yolculuğunun olabildiğince uzamasına neden olur.

Güneş ışığının hepsi, yıldız yüzeyinde ince bir katman olan ve fotosfer olarak adlandırılan katmandan uzaya salınır. Fotosferin hemen üzerinde kromosfer ve en dışta ise korona bulunur. Bu iki ana katman Güneş'in atmosferini oluşturur (Görsel 2.39). Fotosferin büyük ışınımı nedeniyle kromosfer ve korona normal zamanlarda görülemez. Ancak tam güneş tutulması sırasında Ay'ın Güneş'i tamamen örtmesi sayesinde kromosfer ve korona çıplak gözle görülebilir hâle gelir.

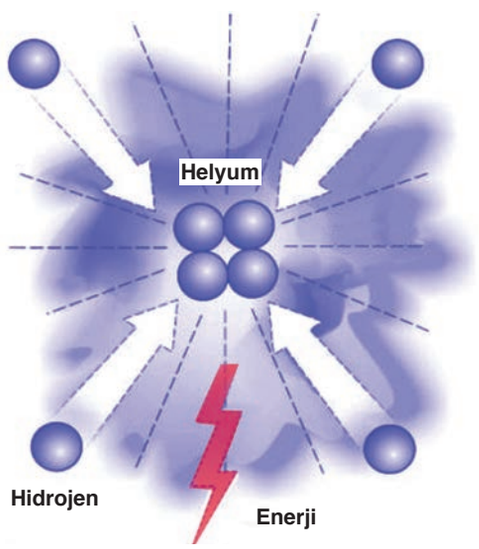
Yıldızların içinde en çok bulunan element hidrojendir. Örneğin, Güneş'i oluşturan maddenin kütlece %73,4'ü hidrojen, %25'i helyum ve geriye kalan %1,6'sı ise diğer elementlerdir. Hidrojen atomu, bir proton ve onun etrafında dolanan bir elektrondan oluşur. Helyum atomu ise 2 proton ve 2 nötrondan oluşan bir çekirdeğe ve çekirdek etrafında dolanan iki elektrona sahiptir.

Proton ve nötronun kütleleri birbirine çok yakınken elektronun kütlesi onlardan çok küçüktür. Proton pozitif, elektron negatif elektrik yüklü iken nötron yüksüzdür. Nötr bir atomda protonlar ile elektronların sayısı eşittir. Bu nedenle normal bir atom elektrik yükü bakımından nötürdür. Ancak bir atoma dışarıdan yeterince büyüklükte enerji verildiğinde çekirdek etrafında dolanan elektronlar (bağlı elektron), atomdan koparılarak serbest elektron hâline gelebilir. Bu şekilde elektron kaybetmiş atomlara "iyon" denir. Hidrojen atomu yaklaşık 10 000 K sıcaklıkta iyonlaşır. Güneş'in yüzeyinde sıcaklık

6 000 K civarında iken merkeze doğru gidildikçe artar ve merkezde 10^7 K değerlerine ulaşır. Böylesine yüksek sıcaklıklarda atomlar bütün elektronlarını kaybeder. Bu nedenle merkez bölgesindeki madde; pozitif yüklü atom çekirdekleri, negatif yüklü serbest elektronlar, protonlar ve nötronlardan oluşan, çok yoğun ve sıcak gaz plazması şeklindedir. Yüksek sıcaklık aslında çok büyük hızlar anlamına gelir. (Buna örnek olarak kaynayan su içerisindeki su moleküllerinin hızlı hareketlerini verebiliriz.). Böyle yüksek hızlarda protonlar birbirleriyle çarpışarak tepkimeye girer. Burada ayrıntısına girmeyeceğimiz bir tepkime süreci sonunda dört proton birleşerek bir helyum çekirdeği oluşturur ve bu sırada bir miktar enerji açığa çıkar (Görsel 2.40).



Görsel 2.39
Güneş'in yapısı.



Görsel 2.40
Temsilî olarak Güneş'te hidrojenin helyuma dönüşümü.

Tepkimeye giren dört protonun kütleleri toplamı, ürün olarak ortaya çıkan helyum çekirdeğinin kütlesinden bir miktar büyüktür. Tepkime ile bu kütle farkına eş değer bir enerji açığa çıkmış olur. Bu enerjiyi ünlü fizikçi Einstein'ın kütle - enerji eş değerlik bağıntısı $E = mc^2$ ile hesaplayabiliriz.

Bir gezegenin birim yüzeyine ($1m^2$), birim zamanda (1 saniye) gelen güneş enerjisi miktarına "güneş sabiti" denir. Dünya için güneş sabiti $S_\odot$ ile gösterilir. $S_\odot$=1 367 W / m^2'dir.

ETKİNLİK 2.14

- Aşağıdaki tabloda verilen elementlerin iyonlaşabilmesi için gerekli olan sıcaklık değerlerini araştırınız. Bulduğunuz değerleri tabloya yazınız.

Elementler	Hidrojen	Helyum	Karbon	Demir	Oksijen	Azot
İyonlaşmaya başladığı sıcaklık						

- Tabloya yazacağınız sıcaklıklar yeryüzünde nerelerde olabilir?
- Yeryüzünden başka bu sıcaklık değerleri evrende hangi cisimlerde bulunabilir?
- Güneş'in merkezinde hidrojenler birleşerek helyuma dönüşürken enerji açığa çıkmaktadır. Buna göre:

1 kg kömürün yanmasıyla ortaya çıkan enerjiyi ve Güneş'in merkezinde 1 kg hidrojenin helyuma dönüşmesi ile ortaya çıkan enerjiyi araştırınız ve birbiriyle karşılaştırınız.

2.6.2. YILDIZLARIN EVRİM AŞAMALARI

Yıldızlar, yıldızlar arası gaz ve tozdan oluşur. Bir bulutun çökerek yıldız oluşturması milyonlarca yıl sürer. Merkezinde çekirdek tepkimesi başladığında yıldız hâline gelmiş olur. Bu evre yıldızın en uzun ve kararlı evresidir. Yıldızlar merkezlerinde artık çekirdek tepkimesi yapamaz hâle geldiklerinde ölmüş olur. Bir yıldızın evriminin nasıl sonlanacağı başlangıç (ilk yıldız olduğu andaki) kütlesine bağlıdır. Bir yıldız, evrimini ya beyaz cüce ya nötron yıldızı ya da bir kara delik olarak tamamlar. Bu kısımda bir yıldızın evrimini, önemli evrelerini dikkate alarak inceleyeceğiz.

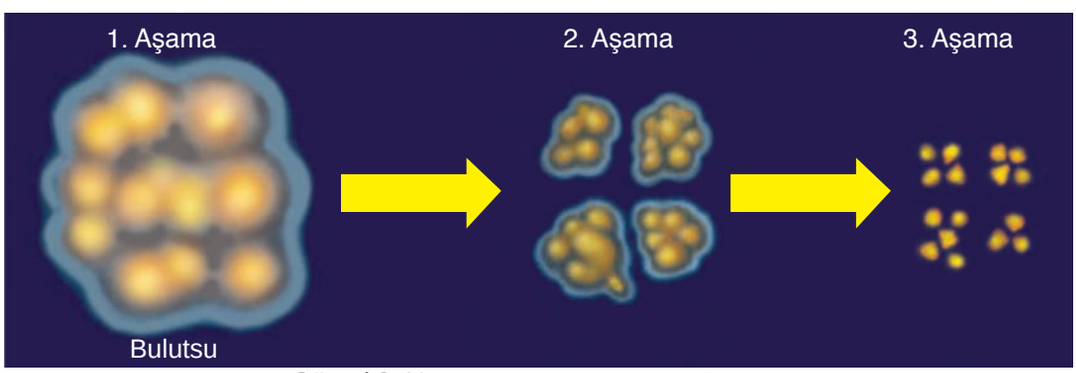
2.6.2.a. Yıldızların Oluşumu

Yıldız oluşumu üç aşamada gerçekleşir (Görsel 2.41). Gök adaların birçok yerinde devasa boyutlarda moleküler gaz ve toz bulutları yer alır. Bu bölgeler yıldız oluşum bölgeleri olarak bilinir (1. Aşama). Bulutlar, yıldızlar arası ortama göre çok daha yoğun olmalarına karşın yine de Dünya'da oluşturulabilen en iyi vakumdan bile daha seyrektir. Evrenin her yerinde olduğu gibi bulutlarda da en bol element hidrojendir.

Bulutun sıcaklığı neredeyse mutlak sıfır (-273 °C) civarındadır. Böylesine seyrek ve soğuk ortamda parçacıkların hızları da çok çok küçüktür ve bulut içerisindeki parçacıklar aralarında hemen hemen hiç çarpışmaz.

Gök ada dönerken sarmal kollar, yıldızlar arası bulutları sıkıştıran şok dalgaları oluşturur. Yakındaki bir gök adanın kütle çekim etkisi ya da yine yakındaki bir süpernova patlaması da benzer bir şok dalga oluşturabilir. Bulutların böylesi bir şok dalgası ile tetiklenerek büzülmeye başlaması yeni yıldızların doğum sürecini de başlatmış olur. Bulut büzülerek çökmeye devam ederken yoğunluğu ve sıcaklığı giderek artar.

Bulut çökerken bir yandan da bulut içerisinde yoğun kümelenmeler başlar (2. Aşama). Bu aşamada parçaların her birinin sıcaklığı yaklaşık 10 K'dir (-263 °C). Bulut ilerleyen süreçte bu kümelenmeler etrafında parçalanır. Bu parçaların her biri çökmesini sürdürür ve sonunda yeni bir yıldıza dönüşür (3. Aşama).



Görsel 2.41 Yıldız oluşumu şematik gösterimi.

Bulut içerisinde yıldızlar oluştukça onların ışınımları ile bulut içerisindeki gazlar iyonlaşır ve böylece muhteşem görünüme sahip bir *HII* bölgesi (hidrojen iki bölgesi - merkezî kısmında yıldız bulunan ve içeriğindeki hidrojenin iyonlaşmış olduğu bulut) ortaya çıkar. Orion bulutsusu, 1500 IY uzaklıkta içerisinde değişik evrim aşamalarında olan 700 civarında yıldız bulunan muhteşem görünümlü bir bulutsudur.

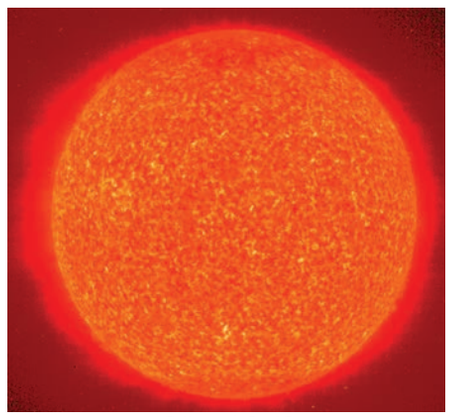
Ana bulutun parçalanmasıyla ortaya çıkan küçük bulut parçaları kendi çekim kuvvetleri altında çökerek büzülmeye devam eder. Merkezî kısımların yoğunluğu ve sıcaklığı yavaş yavaş artar. Yoğunluğun yeterince yükselmesinden sonra iç kısımlar artık ışık geçirmez hâle gelir (Merkezde parçacıkların çarpışmaları ile üretilen zayıf ışınım yeterince yoğun hâle gelen madde tarafından hemen soğrulur.). Bu sırada merkezî kısımlarda sıcaklık 100 K (-173 °C) değerine yükselmiştir. Bulut parçasının yüzey bölgelerinin sıcaklığı yine 10 K'dir.

Işığı geçirmez hâle gelen iç kısımlar giderek ısınır ve merkezdeki sıcaklık 10 000 K'e ulaşır ve yüzeyinde kara cisim ışıması yapan bir katman (fotosfer) gelişir. Protostar (bir yıldızın yıldız öncesi hâli) çökmeye devam ettiğinden dolayı hem merkezî bölgelerinde hem de yüzeyinde sıcaklığı artarken ışıt-

ması zamanla azalır. Protostarın ışınımının kaynağı büzülme ile potansiyel enerjisinin ışınım enerjisine dönüşmesidir. Henüz çekirdek tepkimeleri başlamamıştır.

2.6.2.b. Anakol Evresi

Protostarın merkezindeki sıcaklık 10 milyon K'ye ulaştığında çekirdek tepkimeleri başlar (hidrojen yanma evresi). Artık yeni bir yıldız doğmuştur. Merkezde üretilen enerjinin yüzeye doğru uyguladığı ışınım basıncı ile yıldızın çökmesi yavaşlar ve bir süre sonra durur. Bu anda dışa doğru olan ışınım kuvveti ile içeriye doğru olan çekim kuvvetleri birbirlerini dengelemiş olur. Bu denge hâline hidrostatik denge adı verilir. Merkezinde hidrojen yakan yıldızlara "anakol yıldızı" denir (Görsel 2.42). Güneş de hâlen bir anakol yıldızıdır. Bir yıldızın anakol evresinin süresi kütlesi ile yakından ilgilidir. Güneş ve Güneş ile aynı kütleye sahip olan yıldızların (Güneş benzeri yıldızlar) anakol evresi yaklaşık 10 milyar yıl sürer. Yıldızın kütlesi ne kadar büyük ise anakolun ömrü de o kadar kısadır. Çünkü büyük kütleli bir yıldızın merkezî bölgesinde basınç ve yoğunluk çok yüksektir ve bu durum çekirdek tepkimelerini hızlandırarak merkezdeki hidrojenin hızla yakılarak tükenmesine neden olur. Yıldızlar, merkezlerindeki hidrojeni tamamen yakıp tüketinceye kadar anakol evresinde kalır.



Görsel 2.42
Anakol Evresindeki Güneş.

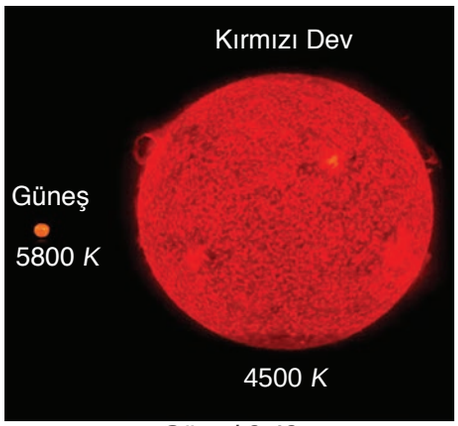
2.6.2.c. Alt Dev Evresi

Anakol ömrünü tamamlayan yıldızın merkezi çoğunlukla helyum ve az miktarda da daha ağır elementlerden ibarettir. Merkez sıcaklığı henüz helyum yanması için gerekli sıcaklıkta değildir. Merkezde enerji üretimi olmadığından hidrostatik dengesi bozulur ve merkez büzülmeye başlar. Büzülme ile ortaya çıkan ışınım bir yandan üst katmanları genişletmeye bir yandan da merkezi çevreleyen kısımların sıcaklığını yükseltmeye harcanır. Bu nedenle bu evrede yıldızın ışıtması (bir saniyede, tüm dalga boylarında uzaya saldığı toplam enerji miktarı) fazla değişmezken yarıçapı büyür ve yüzey sıcaklığı azalır. Yarıçapı anakol yıldızlarına kıyasla oldukça büyüyen yıldıza bu nedenle "alt dev" denir.

2.6.2.d. Kırmızı Dev Evresi

Merkez çevresindeki sıcaklık zamanla 10^7 K değerine ulaşır. Böylece merkezi çevreleyen ince katmanda (kabuk) hidrojen yanması başlar. Bu evreye "Kabukta Hidrojen Yanma Evresi" denir. Kabukta üretilen enerji hem merkeze doğru hem de yüzeye doğru bir ışınım basıncı uygular. Bunun sonucu olarak merkez daha fazla büzülürken yıldızın dış kısımları aşırı derecede genişler, ışıtması çok yükselir.

Yüzey sıcaklığının oldukça düşük olması nedeniyle rengi kırmızılaşmış olan yıldıza "Kırmızı Dev" ve bu evreye de "kırmızı dev evresi" denir (Görsel 2.43). Yıldızın anakoldan ayrılarak kırmızı dev evresine gelmesi yaklaşık olarak 100 milyon yıl sürer. Kırmızı dev evresine geldiğinde Güneş'in yarıçapı şimdiki yarıçapının yaklaşık olarak 100 katı kadar olacaktır.



Görsel 2.43
Güneş ve Güneş'in kırmızı dev hâli.

2.6.2.e. Helyum Anakol Evresi

Kabuk yanması ile büzülmesi hızlanan merkezin sıcaklığı 100 milyon K değerine yükselir ve bu sıcaklıkta merkezde helyum yanması başlar. Helyum yanması başladığında merkezin büzülmesi durur ve yanma ile üretilen enerji merkezin genişlemesine harcanır. Bunun sonucu olarak dış katmanların hidrostatik dengesi bozulur ve dış katmanlar yeniden büzülmeye başlar. Yıldızın ışıtması düşer, yarıçapı azalır ve yüzey sıcaklığı giderek artar. Merkezde üretilen enerji nedeniyle ışınım basıncı yeterli düzeye ulaştığında yıldız yeniden hidrostatik dengesine kavuşur. Yıldız yeniden kararlı bir yanma evresine girmiş olur. Bu evreye "helyum yanma evresi" ya da "helyum anakolu" denir. Helyum yanma evresi, hidrojen yanma evresine göre çok çok kısa olup yaklaşık olarak 50-100 milyon yıl sürer.

2.6.2.f. Yıldızların Evriminin Son Aşamaları

Yıldızların evriminin ne şekilde devam edeceği kütlelerine bağlıdır. Kütleleri yeterince büyük olmayan yıldızlar daha ağır elementleri yakamaz. Örneğin, Güneş benzeri yıldızlar kırmızı süper dev evresinden sonra merkezlerindeki karbonu yakmaya yetecek sıcaklıklara ulaşamaz. Kırmızı süper dev evresinde kabukta tekrarlayan helyum ve hidrojen yanmaları olur. Bu nedenle yıldızın dış kısmı (zarf) tekrarlayan genişleme ve büzülme gösterir. Her genişleme sırasında yıldız yüzeyindeki katmanlar zaman içinde uzaya atılır. Üst katmanların kütlesi bu şekilde atıldıkça kabuk yanmasının neden olduğu ışınım basıncı zarfı daha fazla genişletir ve böylece uzaya daha fazla madde atılmış olur. Zamanla yanmanın devam ettiği katmanların üstündeki tüm katmanlar uzaya atılmış olur. Kabuk yanmaları sona erer bu evreye "gezegenimsi bulutsu evresi" denir. Gezegenimsi bulutsulara en güzel örnek "Yüzük Bulutsusu"dur (Görsel 2.44).

Görsel 2.44
Yüzük Bulutsusu.

Görsel 2.45
J0923+3028 isimli Beyaz Cüce ve Dünya'mız.

Yıldız, merkezdeki karbonu yakmayı başaramadığından giderek soğur. Bulut uzaya doğru yayılmaya devam eder, zamanla seyrekleşir ve görünmez olur. Geride çok küçük, çok yoğun ve yüzey sıcaklığı yüksek bir yıldız kalır. Yıldızın bu evresine "beyaz cüce evresi" denir (Görsel 2.45). Beyaz cüce zamanla soğur, ışıtması giderek azalır ve sonunda ışıması biter.

Çok büyük kütleli yıldızlar demire kadar olan bütün yanma evrelerini geçirir. Evrimlerinin sonunda süpernova patlaması olur. Süpernova patlaması çok güçlü ve sıcaklık çok çok yüksektir. Böylece patlama sırasında bilinen bütün ağır elementler oluşur ve patlamayla uzaya atılır. Geriye yıldızın kütlesine bağlı olarak ya bir nötron yıldızı ya da bir kara delik kalır. Nötron yıldızı çok küçük ve çok çok yoğun bir cisimdir. Kara delik ise o kadar yoğun bir cisimdir ki ışık bile ondan kaçıp kurtulamaz.

Esas olarak hidrojen elementi ile hayatına başlayan büyük kütleli yıldız, ölümü ile biyolojik yaşam için gerekli olan ağır elementlerden oluşan bir maddeyi uzaya geri kazandırır. Karbon, hidrojen, oksijen ve azot, insanın beden kütlesinin yaklaşık % 97'sini oluşturur. Geriye kalan yüzde 3'ünü, öteki çeşitli elementler oluşturur. Kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt, klor, magnezyum, sodyum, demir gibi elementler canlılar için temel besleyicilerdir. Bütün bu elementler, süpernova patlaması sırasında oluşur. Büyük kütleli yıldızlar olmasaydı bu durumda ne süpernova patlaması ne de bildiğimiz canlı türleri oluşabilirdi. Aslında hepimiz bünyemizde böylesi bir süpernova sonucunda oluşan elementleri taşımaktayız. Yani hepimiz vücudumuzda yıldızlardan bir parça taşımaktayız.

ETKİNLİK 2.15

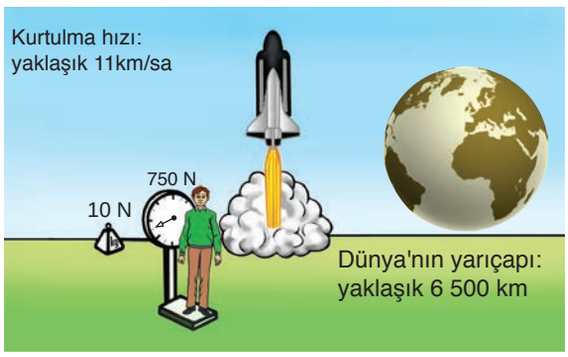
- Aşağıdaki tabloda insan yaşamındaki evrelere karşılık yıldız yaşamında evreler verilmiştir. Bir yıldızın yaşamının nasıl olacağını düşünerek tablodaki ilgili kutucuklara yazınız.

İnsan	Doğum	Bebeklik	Çocukluk	Ergenlik	Yaşlılık	Ölüm
Yıldız						

- Bir yıldızın yaşamı ile bir insanın yaşamı arasındaki benzerlikler nelerdir?
- İnsan vücudunda bulunan bildiğiniz elementleri yazınız. Bu elementlerden hangileri yıldızlarda da bulunur ? Araştırınız.

2.6.3 KARA DELİKLER

5N 1K



Görsel 2.46 Kütle çekim kuvveti.

Görsel 2.47 Kütle çekim kuvveti.

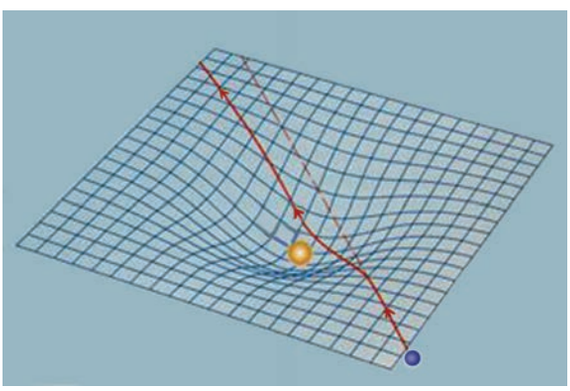
Dünya'yı kütlesini sabit tutarak bir bezelye tanesi kadar sıkıştırabilseydik neler olurdu (Görsel 2.46 ve 2.47)?

Işık dahi kurtulup kaçamadığından kara delikler düşünülebilecek en karanlık cisimlerdir. Böylece evrenin yapısı ve geleceği konusunda büyük öneme sahip olan karanlık maddenin bir kısmını oluşturur. Kara deliklerin doğrudan gözlenmeleri olanaksız olsa da civarlarındaki görünür cisimlere uyguladıkları çekim etkileri sayesinde varlıkları ortaya konabilmektedir. Samanyolu'nun ve diğer gök adaların merkezî bölgelerinde çok büyük kütleli kara deliklerin bulunduğu düşünülmektedir.

ETKİNLİK 2.16

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Çeşitli ebatlarda bez ve sünger, kalem, cetvel, kütleleri eşit büyüklükleri farklı bilye ve top.

- $1m^2$ lik bez üzerine eşit aralıklı, birbirine paralel yatay ve dikey doğrular çiziniz ve sert olmayan 1 cm kalınlığındaki bir sünger ile bu bez düzgün şekilde kaplanarak uzayı temsil eden bir model oluşturunuz.
- Sünger üzerine büyüklük ve ağırlıkları farklı olan çeşitli cisimler koyarak uzayın nasıl eğrildiğini gözlemleyiniz.
- Küçük bir bilyeyi her seferinde farklı hızlarla olmak üzere uzayın eğrilmiş bölgesinin kenar kısmına doğru yuvarlayınız ve yuvarlama hızına bağlı olarak bilyenin nasıl bir yol izlediğini gözlemleyiniz.
- Benzer denemeleri sünger üzerine daha büyük kütleli bir cisim koyarak tekrarlayınız.
- Gözlemleriniz sonucunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.



  - Kütleleleri eşit fakat büyüklükleri farklı olan cisimlerden hangisi uzayı daha çok eğer?
  - Yuvarlanan bilyenin hızı arttıkça izlediği yol nasıl değişmektedir?
  - Bilyenin eğrilik çukurundan kurtulup kurtulamayacağı nelere bağlıdır?
  - Bilye aynı hızla atıldığında yolundan sapma miktarı küçük eğrilik çukurunda mı büyük eğrilik çukurunda mı daha fazladır?
  - Işığın bile kurtulamayacağı eğrilik çukuru olabilir mi?

2.7. KARA CİSİM IŞIMASI VE YILDIZLARIN IŞITMASI

5N 1K

Yeryüzünde insanların 100 yıl (bir asır) boyunca yaklaşık olarak 2000 terawatt ($2 \cdot 10^{15}$ watt) enerjiye ihtiyacı olduğu tahmin edilmektedir.

Güneş'in tüm yüzeyinden 1 saniyede tüm doğrultularda salınan enerji miktarı ise $3{,}8 \cdot 10^{26}$ watt'tır.

Buna göre Güneş'in 1 saniyede ürettiği enerji, Dünya'daki ihtiyaçla karşılaştırıldığında yaklaşık 200 milyar asır yetecek kadardır.

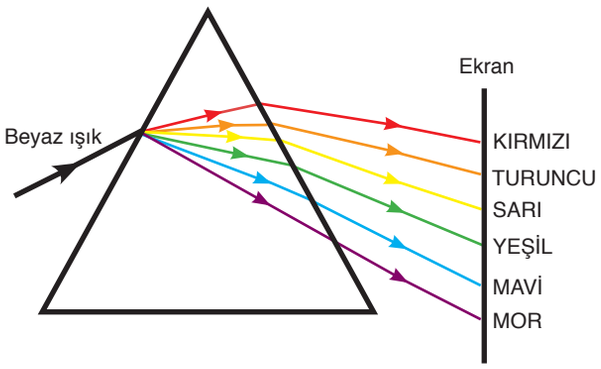
Çok eski tarihlerden beri bilim insanları ışığı incelemişler, ışığın yapısını ve doğasını anlamaya çalışmışlardır. Prizmadan geçirilen beyaz ışığın renklerine ayrıldığını görmüşler ve uzun süre bu olayı "Prizmalar ışığı renklendirir." şeklinde yorumlamışlardır. Ancak 1665 yılında yaptığı meşhur deneyi ile Newton gerçeği anlayan ilk bilim insanı olmuştur. Newton beyaz ışığı prizmadan geçirdikten sonra bir ekrana düşürmüştür. Ekranı uygun bir uzaklığa yerleştirdiğinde kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor şeklinde sıralanan renkli görüntüler elde etmiştir. Büyük dahi ikinci bir prizmayı yeşil ışığın önüne koymuş ve yeşil ışığın prizmadan çıktıktan sonra yine yeşil olarak kaldığını, renklenmediğini görmüştür. Bu sefer ikinci prizmayı ters çevirerek kullanan Newton, renklere ayrılan ışığın bu ters çevrilmiş ikinci prizmadan geçtikten sonra tekrar beyaz ışığa dönüştüğünü görmüştür. Böylece Newton; prizmanın beyaz ışığı renklendirmediğini, içerisinde zaten karışık olarak var olan renklerine ayırdığını anlayan ilk kişi olmuştur. Bu şekilde ışığın bir prizmadan geçirilip renklerine ayrıldıktan sonra bir ekran üzerine düşürülmesi ile elde edilen görüntüye söz konusu ışığın tayfı denmektedir.

Işık ile ilgili çok önemli başka bir deney ise Herschel (Hörşıl) tarafından yapılmıştır. Herschel 1800 yılında bir ışığın tayfındaki renklerin sıcaklıklarını merak etmiş ve ölçmüştür. Bunun için beyaz ışığı prizmadan geçirerek tayfını elde etmiş ve her bir renk bölgesine bir termometre koymuştur. Yaptığı ölçümler sonucunda en büyük sıcaklığı kırmızının yanındaki karanlık bölgede elde etmiştir. Böylece beyaz ışığın tayfının görünen renkli kısımdan ibaret olmadığını, kırmızı bölgenin diğer tarafında devam ettiğini fakat bu bölgedeki ışığın insan gözü ile görülemediği sonucuna varmıştır.

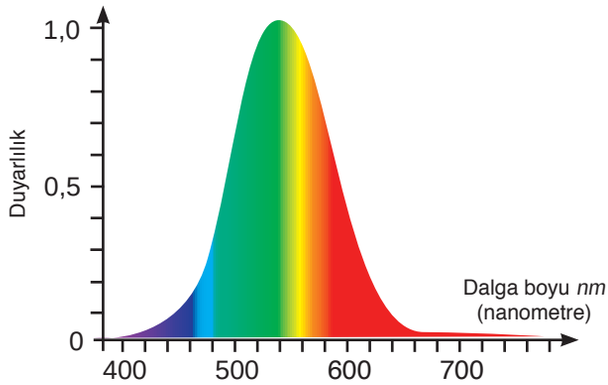
Tayfın bu bölgesine, kırmızının diğer tarafındaki bölgede olduğu için "kızıl ötesi" (infrared) bölge adı verilmektedir. Tayfın görünür bölgesi için kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor sıralaması aynı zamanda bir dalga boyu sıralamasıdır. Kırmızı ışık, en uzun dalga boyuna sahip olup mora doğru gidildikçe dalga boyu küçülmektedir. Buna göre kızıl ötesi ışınımı, kırmızı ışıktan da daha uzun dalga boyuna sahiptir.

Kızıl ötesi ışınım bu şekilde bulunduktan sonra mor bölgenin diğer tarafında da bir ışınım olup olmadığını merak eden Johann Ritter (Con Ritır) 1801 yılında deneylerine başladı. Gümüş klorürün mavi ışıkta kırmızı ışığa göre daha hızlı reaksiyona girerek kardığını öğrenen Johann Ritter, beyaz ışığı prizmadan geçirerek renklerine ayırdıktan sonra her renk bölgesine gümüş klörür yerleştirmiştir. Her bir bölgedeki reaksiyon hızlarını (kararma sürelerini) ölçmüştür. Gümüş klorür, gerçekten de mavi bölgede kırmızıya göre daha çabuk kararıyordu. Bu şekilde ölçümlerini tamamlayan Ritter, görünür bölgede en hızlı kararmanın mor bölgede olmasına karşın gümüş klörürün en hızlı mor bölgenin diğer tarafındaki karanlık bölgede (görünür bölgenin dışı) karardığını gözlemlemiştir. Böylece beyaz ışık tayfının mor rengin diğer tarafında da devam ettiği anlaşılmıştır. İnsan gözünün göremediği bu bölgedeki ışığa mor ötesi (ultraviole) ışık ya da mor ötesi ışınım adı verilmiştir. Bütün bu görünen ve görünmeyen ışıkların oluşturduğu dalga boyu aralığına elektromanyetik tayf adı verilir. Görünür bölge bu tayfın yalnızca çok dar bir bölgesidir. İnsan gözünün göremediği çok uzun ve çok kısa dalga boylu ışınımlar vardır.

Beyaz ışığın prizmadan geçirilmesiyle elde edilen tayf örneğine bakılırsa en çok kısa dalga boylu ışık kırılmaya uğrar. Prizmanın ikinci yüzeyinden olan kırılmalara bakılırsa mavi ve mor ışık neredeyse hiç kırılmamıştır. Görünür ışık için insan gözünün en duyarlı olduğu dalga boyu ortalama olarak 550 nm (yeşil - sarı renk) civarındadır. Bunun her iki tarafında duyarlık giderek azalır ve görünür bölge (380-780 nm) dışında sıfır olur. Bir insan gözünün ortalama duyarlık eğrisi 65. sayfada gösterilmiştir.



Işık prizması

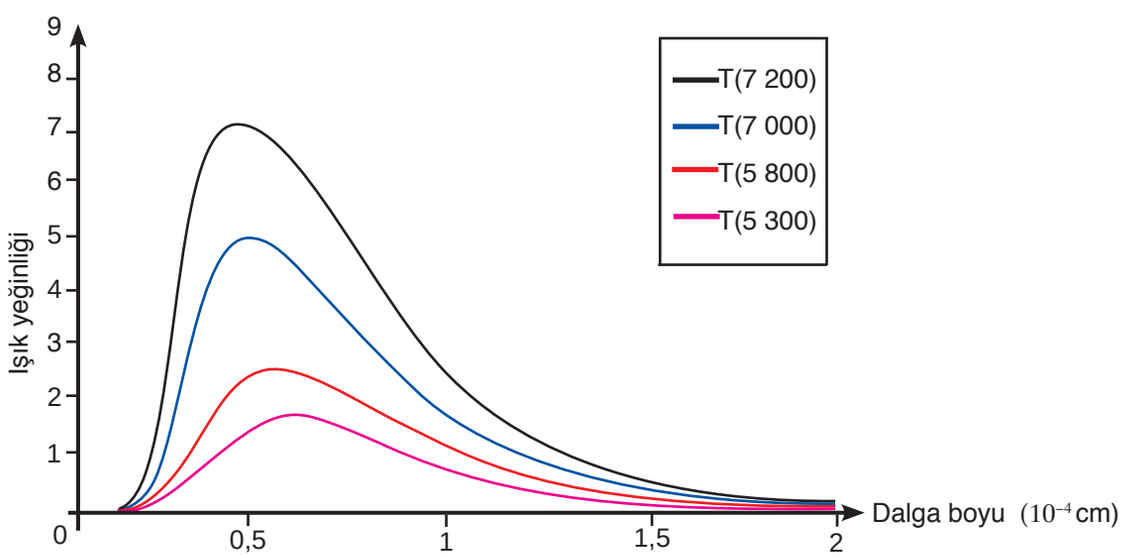


İnsan gözünün duyarlık eğrisi

Newton, belirli sıcaklıkların üzerine kadar ısıtılmış cisimlerin tamamen durağan kalamayacaklarını ve ışık salarak (ışıma yaparak) parlayacaklarını söylemiştir. Çok eski zamanlardan beri maddenin ne şekilde ışıma yaptığı hep merak edilmiş ve araştırılmıştır.

ETKİNLİK 2.17

- Bazı kara cisim ışınım eğrileri aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



- Grafikten her sıcaklığa ait maksimum yeğinliğin hangi dalga boylarında olduğunu belirleyiniz.
- Sıcaklık arttıkça enerji dağılım eğrilerinin maksimuma ulaştığı dalga boyu arasında nasıl bir ilişki vardır?

2.7.1. KARA CİSİM VE KARA CİSİM IŞINIMI

Biz, cisimleri yansıttıkları ışık sayesinde görebilmekteyiz. Şayet bir cismin yüzeyi üzerine düşen ışığı tamamen soğuruyor ve hiç yansıtmıyorsa o cismi görmemiz mümkün olamaz. Yüzeyinin üzerine düşen tüm ışınım enerjisini soğuracak nitelikte yani ışığı hiç yansıtmayan cisimlere "kara cisim" ve cismin yaptığı ışınıma da "kara cisim ışınımı" denmektedir. Kara cisim tamamen matematiksel bir olgudur. Çünkü evrendeki her cisim üzerine düşen ışığın bir bölümünü soğurmakta ve bir kısmını da yansıtmaktadır. Mükemmel soğurucu yani üzerine düşen ışınımın tamamını soğuran bir malzeme söz konusu değildir. Çevrelerine göre çok yüksek sıcaklıklara sahip cisimlerin saldıkları ışınım miktarı da onların yüzeyine dışarıdan gelen ışınım miktarından çok fazla olacaktır. Böylece bu cisimlerin üzerlerine düşen ışınımdan soğurmayıp yansıttıkları kısım, kendi ışınımlarının çok daha küçük bir kesri kadar olacağından onun ışınımını kara cisim ışınımı ile temsil ettiğimizde fazlaca bir hata yapmış olmayız.

Yıldızların yüzey sıcaklıkları çok yüksektir. Üstelik onlar diğer gök cisimlerinden çok uzak olduklarından yüzeylerine düşen ışınım enerjileri oldukça küçüktür. Bu nedenle yıldızların ışınımları büyük bir yaklaşıklıkla kara cisim ışınımı olarak ifade edilebilir.

Wien Yasası

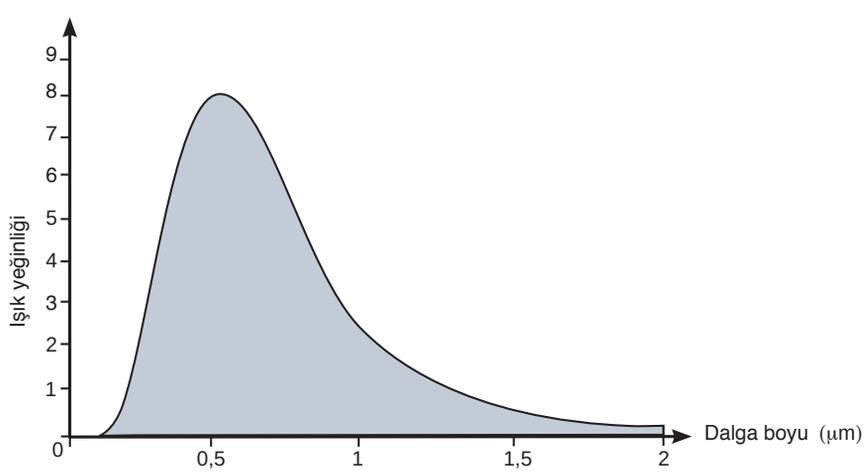
Kara cisim ve diğer bütün cisimler farklı oranlarda olsa da tüm dalga boylarında ışınım yaparlar. Bu ışınıma ilişkin çok önemli bir özellik Alman fizikçi Wilhelm Wien (Vilhem Ven) tarafından 1893 yılında keşfedilmiştir. "Wien Yasası" veya "Wien Kayma Yasası" olarak adlandırılan bu özelliğe göre bir kara cismin sıcaklığı (T) ile en fazla ışıma yaptığı dalga boyu (λ_m) arasında çok basit bir ilişki vardır:

$\lambda_m T \cong 0{,}0029$ mK (metre kelvin)

Daha sıcak kara cisimler en büyük ışımayı daha kısa dalgaboylarında yapmaktadır. Başka bir deyişle bir kara cismin sıcaklığı arttırılırsa onun maksimum ışınım yaptığı dalgaboyu kısa dalgaboylarına (mavi) doğru kayar. Wien Kayma Yasasına göre bir cisim ne kadar soğuksa onun ışınımı baskın olarak çok uzun dalgaboylarındadır. Örneğin, yıldızlar arası ortamın sıcaklığı yaklaşık olarak 4 K'dir ve bu da kara cisim ışınımı dikkate alınırsa yıldızlar arası ortamın ışınımının maksimum olduğu dalga boyunun,

$\lambda_m = \frac{0{,}0029}{4} = 0{,}000725$ m = 725 μm (mikrometre; metrenin milyonda biridir.) olduğu anlaşılır.

Enerji dağılım eğrisi bilinen bir kara cismin ışınım salma gücünü elde edebilmek için enerji dağılım eğrisi incelenir.



Enerji dağılım eğrisinin altında kalan toplam alan hesaplanarak cismin toplam ışınım yeğinliği I bulunur ve $S = \pi.I$ ile de ışınım salma gücü bulunur.

2.7.2. AYDINLATMA GÜCÜ (IŞITMA)

Işıtma, bir kara cismin tüm yüzeyinden birim zamanda, tüm doğrultularda ve tüm dalga boylarında salınan enerji miktarıdır. Eğer kara cisim *R* yarıçaplı bir küre şeklinde varsayılırsa aydınlatma gücü *(L):*

Stefan Boltzman sabiti: σ (sigma) $= 5{,}67\cdot10^{-8}\ \frac{W}{m^2\cdot K^4}$ olmak üzere

$L = 4\pi\cdot R^2\cdot\sigma\cdot T^4$ şeklindedir. Burada $S = \sigma\cdot T^4$ karacismin birim yüzeyinden saniyede, her dalga boyunda ve her doğrultuda salınan enerji olup karacismin ışınım salma gücü olarak adlandırılır.

ÖRNEK 2.9

Güneş'in yarıçapını ($R_\odot$) $7\cdot10^8$ m, etkin sıcaklığını ($T_\odot$) 5 780 K ve Stefan Boltzman sabitini (σ) $5{,}67\cdot10^{-8}\ \frac{W}{m^2\cdot K^4}$ alarak, aydınlatma gücünü ($L_\odot$) hesaplayınız.

ÇÖZÜM

$L_\odot = 4\pi\cdot R_\odot^2\cdot\sigma\cdot(T_\odot)^4$

$L_\odot = 4\cdot3{,}14\cdot(7\cdot10^8)^2\cdot 5{,}67\cdot10^{-8}\cdot(5\,780)^4$

$L_\odot \cong 3{,}8\cdot10^{26}$ W $\cong 3{,}8\cdot10^{26}$ J/s elde edilir.

ÖRNEK 2.10

Yüzey sıcaklığı $T = 4\,000$ K, yarıçapı $R = 0{,}7R_\odot$ olan yıldızın ışıtmasını $T_\odot = 5\,780$ K olmak üzere Güneş'in ışıtması $L_\odot$ cinsinden hesaplayınız.

ÇÖZÜM

Güneş için:

$L_\odot = 4\pi\cdot R_\odot^2\cdot\sigma\cdot(T_\odot)^4$ tür.

Yıldız için:

$L = 4\pi\cdot(R)^2\cdot\sigma\cdot(T)^4$ tür.

$$\frac{L}{L_\odot} = \left(\frac{R}{R_\odot}\right)^2\cdot\left(\frac{T}{T_\odot}\right)^4 = (0{,}7)^2\cdot\left(\frac{4\,000}{5\,780}\right)^4 \cong 0{,}11$$ olur. O hâlde $L \cong 0{,}11\ L_\odot$ dir.

ÖRNEK 2.11

Yüzey sıcaklığı T = 7 500 K, yarıçapı $R = 2R_\odot$ olan yıldızın ışıtmasını $T_\odot = 5\,780$ K olmak üzere Güneş'in ışıtması $L_\odot$ cinsinden hesaplayınız.

ÇÖZÜM

Güneş için:

$L_\odot = 4\pi\cdot R_\odot^2\cdot\sigma\cdot(5\,780)^4$ tür.

Yıldız için:

$L = 4\pi\cdot(2R_\odot)^2\cdot\sigma\cdot(7\,500)^4$ tür.

$$\frac{L_\odot}{L} = \frac{4\pi\cdot R_\odot^2\cdot\sigma\cdot(5\,780)^4}{4\pi\cdot(2R_\odot)^2\cdot\sigma\cdot(7\,500)^4} \cong \frac{1}{4}\cdot 0{,}35 \cong 0{,}088$$ ise $L \cong 11{,}3\cdot L_\odot$dir.

Güneş sabiti, bir gezegenin birim yüzeyine ($1 m^2$), birim zamanda (1 saniye) gelen güneş enerjisi miktarı olup Dünya için $S_\odot$=1 367 W / m^2 dir. Bir ailenin evinde kullandığı enerji (10 saniyede 1 watt) ile $S_\odot$ karşılaştırıldığında büyüklüğü daha iyi anlaşılır.

Güneş sabitinin diğer gezegenler için değerleri yeryüzündeki değeri cinsinden aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.5 Güneş sistemi gezegenlerinin Güneş sabiti

Merkür	Venüs	Mars	Jüpiter	Satürn	Uranüs	Neptün
6,68 $S_\odot$	1,93 $S_\odot$	0,44 $S_\odot$	0,045 $S_\odot$	0,011 $S_\odot$	0,003 $S_\odot$	0,001 $S_\odot$

ETKİNLİK 2.18

- Aşağıda yarıçap ve yüzey sıcaklıkları verilen yıldızların kara cisim ışınımı yaptıklarını varsayarak ışıtmalarını ($L = 4\pi \cdot R^2 \cdot \sigma \cdot T^4$) hesaplayıp tabloda ayrılan yerlere yazınız.

(T) Sıcaklık (kelvin)	(R) Yarıçap (metre)	(L) Işıtma (watt)
3 000	$3 \cdot 10^5$	
5 000	$2 \cdot 10^6$	
7 000	$9 \cdot 10^7$	
9 000	$6 \cdot 10^8$	
11 000	$5 \cdot 10^9$	
13 000	$4 \cdot 10^{10}$	
15 000	$7 \cdot 10^6$	
17 000	$8 \cdot 10^7$	
19 000	$2 \cdot 10^8$	

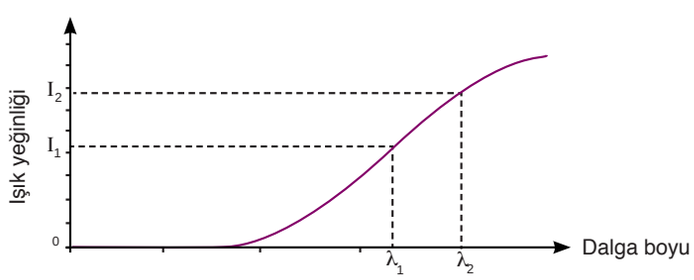
- Kara cisimlerin ışıtma güçleri ile yarıçapları ve sıcaklıkları arasında nasıl bir ilişki vardır?

2.8. YILDIZLARIN PARLAKLIKLARI

5N 1K

Üç arkadaş düz bir arazide gece ava çıkmış. Her birinde aynı aydınlatma gücüne sahip el feneri bulunuyormuş. Arazide bulundukları noktada biri kalmak üzere diğer ikisi zıt yönlere doğru hareket etmişler. El fenerleriyle iletişim kuran avcılardan sabit kalan avcı diğer iki arkadaşından hangisinin kendisine daha uzak olduğunu nasıl anlar?

Bir kara cisim enerji dağılım eğrisinde, λ_1 ve λ_2 dalga boylarına karşılık gelen yeğinlikler sırasıyla I_1 ve I_2 olmak üzere I_2 / I_1 oranı da sıcaklıkla ilişkilidir. Farklı sıcaklıklardaki kara cisimlerin enerji dağılım eğrilerinin maksimumlarını içermeyen (yalnızca belli bir bölgesi mevcut ise) I_2 / I_1 oranından yararlanılarak sıcaklığı bilinmeyen kara cismin sıcaklığı elde edilebilir.



Merkezinde kara cisim olan d yarıçaplı bir küre yüzeyi düşünürsek bu küre yüzeyine bir saniye içerisinde kara cisimden gelen enerji miktarı, kara cismin ışınım gücü L kadardır. Kürenin tüm yüzey alanı $4\pi d^2$ olduğundan kara cisimden d uzaklığında birim yüzeyden geçen ışınım akısı,

$$F(d) = \frac{L}{4\pi \cdot d^2} \text{ olur.}$$

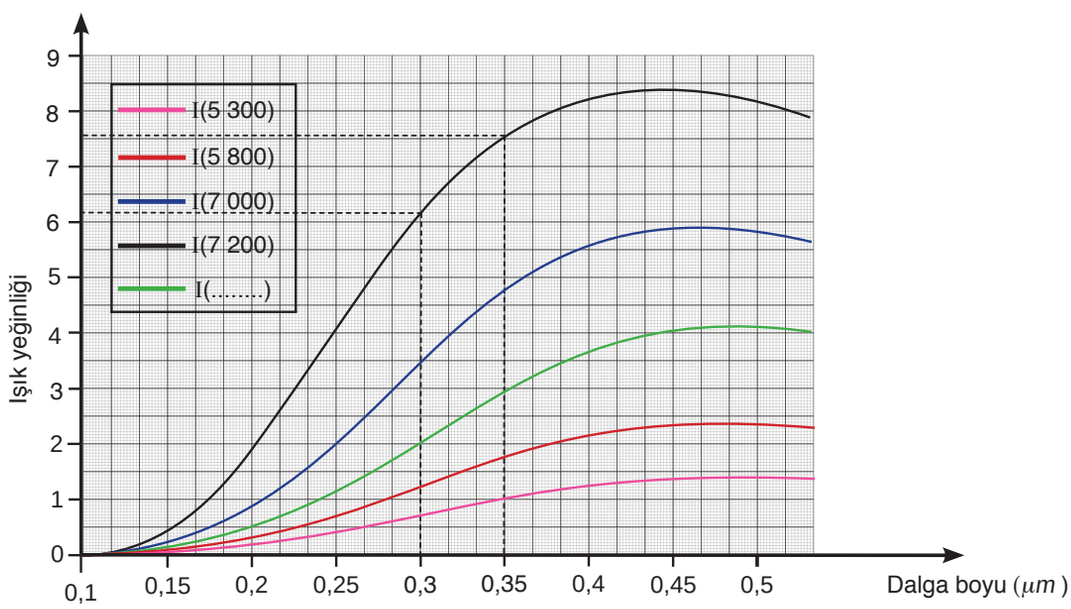
Formülde verilen d, kara cismin Dünya'ya olan uzaklığını gösteriyorsa bu durumda $F(d)$ akısı, söz konusu kara cismin ya da yıldızın Dünya'dan bakıldığındaki parlaklığının bir ölçüsünü verecektir. Yani iki yıldızdan $F(d)$ akısı büyük olan diğerine göre daha parlak ya da iki yıldızdan daha parlak olanın $F(d)$ akısı daha büyük olacaktır. Bu parlaklığın göreli olduğuna yani yıldızın uzaklığına bağlı olduğuna dikkat edilmelidir. Aynı yıldıza daha uzaktan bakarsak onu daha sönük görürüz. Bu nedenle bu şekilde tanımlanan parlaklığa görünür parlaklık denmektedir.

Işıtmanın yarıçapa ve sıcaklığa bağlı olduğu dikkate alınırsa,

$$F(d) = \frac{\sigma \cdot R^2 \cdot T^4}{d^2} \text{ dir.}$$

ETKİNLİK 2.19

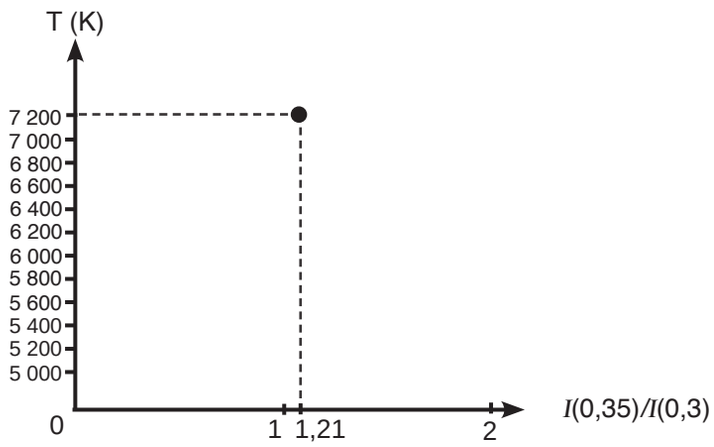
- Aşağıdaki grafikte farklı sıcaklıklı beş kara cismin enerji dağılım eğrilerinin bir bölümü verilmiştir.



- Grafikten $\lambda_1 = 0{,}3$ μm ve $\lambda_2 = 0{,}35$ μm olmak üzere her bir eğriden $I(\lambda_2) = I(0{,}35)$ ve $I(\lambda_1) = I(0{,}3)$ değerlerini okuyarak aşağıdaki tabloyu tamamlayınız.

Kara cisim sıcaklığı T(K)	$I(0{,}35)$	$I(0{,}3)$	$I(0{,}35)/I(0{,}3)$
7 200	7,6	6,3	1,21
7 000			
...			
5 800			
5 300			

- $I(0,35)/I(0,3)$ oranlarına karşılık kara cisim sıcaklıklarını aşağıdaki gibi koordinat düzleminde işaretleyiniz. Elde edeceğiniz dört noktadan geçen en olası doğruyu çiziniz.



- Elde ettiğiniz doğrunun $y = mx + n$ şeklindeki denklemini bulunuz (y ekseni T sıcaklığını, x ekseni de $I(\lambda_2)/I(\lambda_1)$ oranını temsil eder). Bu denklemi kullanarak sıcaklığı verilmemiş kara cismin sıcaklığını belirleyerek grafikte boş bırakılan "I(.....)" yeri doldurunuz.

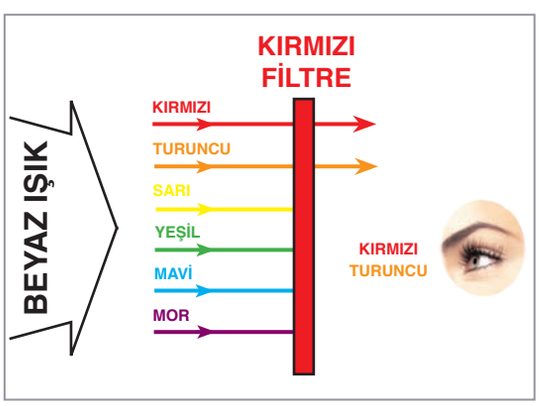
ETKİNLİK 2.20

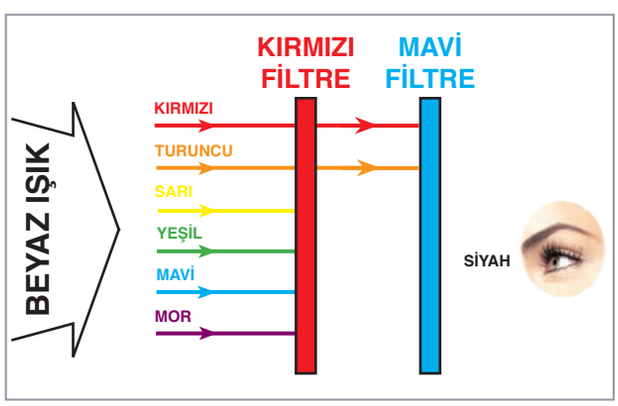
- Yarıçapları eşit iki yıldız yeryüzünden gözlemleniyor. Yıldızların sıcaklıkları, $T_1 = 7\,000$ K ve $T_2 = 5\,000$ K uzaklıkları ise $d_1 = 4 \cdot 10^{13}$ m ve $d_2 = 2 \cdot 10^{14}$ m olduğuna göre kara cisim yaklaşımını kullanarak hangi yıldızın daha parlak gözlemleneceğini irdeleyiniz.
- Buna göre gökyüzünde görünen en parlak yıldızların aynı zamanda bu yıldızlar içerisindeki en sıcak olanları olup olmadığı konusunu sınıf içerisinde tartışınız.

Bir ışık kaynağının enerjisini ölçmek için ışığa duyarlı olan ve ışık şiddetini ölçmeye yarayan alıcılar kullanırız.

Ölçülen ışık yeğinliği göreli bir niceliktir, kullanılan alıcı ve filtreye bağlıdır. Bir teleskop, buna bağlı bir filtre ve alıcıdan oluşan sisteme ışık ölçüm (fotometri) sistemi denir. Bir ışık kaynağının ölçülen ışık yeğinliği sistemden sisteme farklı değerlerde olur fakat iki ışık kaynağını aynı sistemle gözleyerek onların ışık şiddetlerini birbirlerine göre ifade edebilir ya da kıyaslayabiliriz.

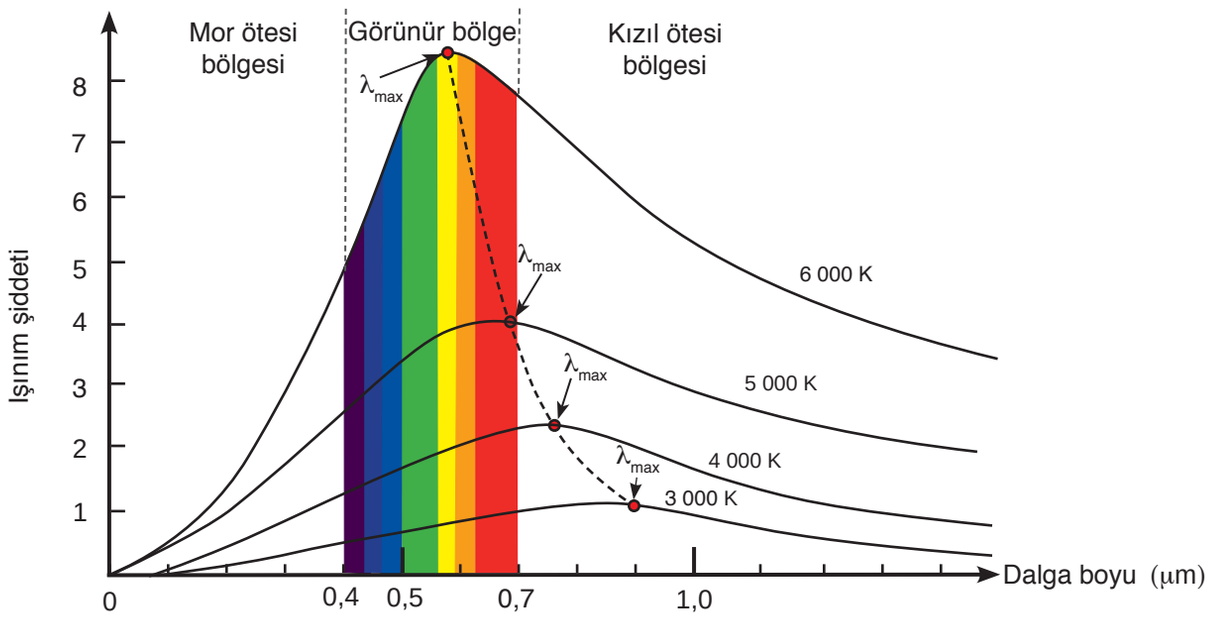
Uygun bir filtre düzeneği ile ışık kaynağından hiç ışık alamayabiliriz. Bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.





Işık ölçüm sistemi belli dalga boyu aralığındaki ışığa duyarlı olup bu aralığın dışında dalga boylarına sahip olan ışınımlara duyarsızdır.

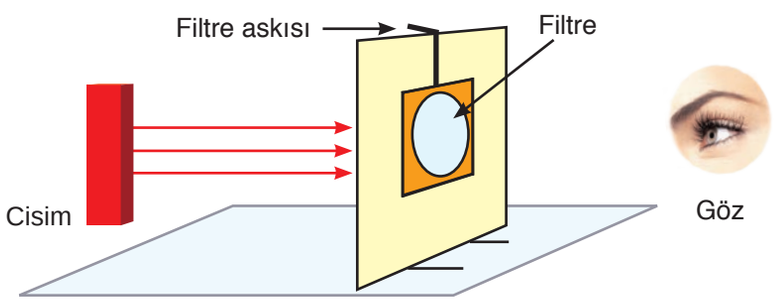
Gözümüz de bir ışık alıcısıdır ve yalnızca yaklaşık olarak 0,4 – 0,7 μm aralığına duyarlıdır. Gözümüzün duyarlı olduğu yani görebildiği ışığa görünür ışık diyoruz. Bununla birlikte gözümüzle göremezsek bile daha uzun ve daha kısa dalga boylarında da ışınım olduğunu biliyoruz.



Astronomlar gök cisimlerinin belli dalga boyu aralıklarındaki ışınım özelliklerini incelemek istediklerinde uygun filtreler kullanırlar. Filtreler duyarlı oldukları bölgenin dışında kalan ışınımları geçirmez. Dünya'nın atmosferi bu anlamda bir doğal filtre görevi görmektedir. Atmosfer, canlılar için zararlı olan birçok ışınımı (örneğin X-ışınları) geçirmemektedir.

PERFORMANS

Değişik renkte şeffaf asetatları filtre olarak kullanıp farklı renkteki cisimlerin görünüp görünmediğini araştırmak için aşağıdaki gibi bir düzenek oluşturunuz.



Hangi renkteki cisimlerin hangi filtreler kullanıldığında hangi renkte görüldüğünü belirleyerek sonuçları bir tablo hâlinde sınıfta sununuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. 2 cm kalınlığındaki başparmağı 1 saniyelik açı ile görmek için yaklaşık kaç metre uzaktan bakmamız gerekir (tan $1''$ = 0,0000048 alınız.)?

A) 4 167,6 B) 4 167,2 C) 4 166,7
D) 4 166,5 E) 4 160,4

2. Güneş sisteminde aşağıdaki gezegenlerden hangisi Güneş-Dünya arasında yer alır?

A) Neptün B) Mars C) Uranüs
D) Jüpiter E) Merkür

3. Dünya'daki biyolojik yaşam için gerekli olan elementler aşağıdaki olaylardan hangisi sonucu oluşmuştur?

A) Süpernova patlaması B) Big-Bang C) Güneş tutulması
D) Gök taşı düşmesi E) Kara deliklerin oluşması

4. Görünür ışık için dalga boyu en büyük olan renk aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yeşil B) Sarı C) Kırmızı
D) Mavi E) Turuncu

5. Nicolaus Copernicus'in astronomiye en önemli katkısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yer merkezli evren modeli B) Teleskopla ilk gözlemi yapması
C) Evrensel çekim yasası D) Güneş merkezli evren modeli
E) Gezegenlerin elips yörüngelerde dolanması

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

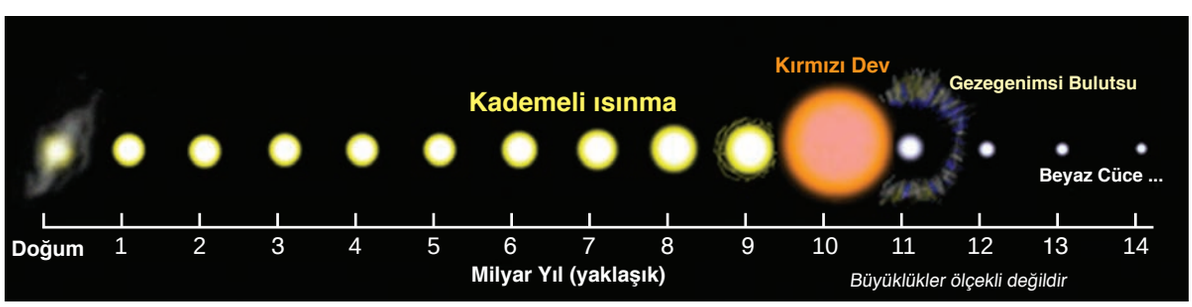
1. Temel astronomik cisim ve sistemleri (matematiksel olarak alt küme ya da kapsayan küme kabul ederek Örnek: Dünya ⊂ Güneş sistemi…) kapsama sırasına göre yazınız.

2. Güneş sistemine en yakın yıldıza baktığımızda aslında onun ne kadar önceki hâlini gözlemlemiş oluruz?

3. Samanyolu'nun tamamını gece gökyüzünde görebilir miyiz? Neden?

4. Ay ile Güneş'in yarıçapları arasında oldukça büyük fark olmasına karşın Güneş tutulmasında, Ay diskinin Güneş diskini tam olarak örtebilmesinin nedenini açıklayınız.

5. Aşağıda Güneş'in evrimi gösterilmektedir. Güneş'in şu anki yeri yaklaşık olarak neresidir? Gösteriniz.



Görsel 2.48 Güneş'in yaşam çizgisi.

C. Aşağıdaki ifadelerde boş bırakılan yerlere en uygun sözcük ya da sözcük öbeklerini yazınız.

1. Bize en yakın yıldız …….....……dir.

2. Güneş evriminin sonunda …….....……olur.

3. Görünen evrenin …….....…… ilerleyen teknolojiyle genişlemektedir.

4. Zaman mutlak değil …….....…… dir.

5. Güneş çekirdeğinde …….....…… helyuma dönüşür.

D. Aşağıdaki yargıları inceleyiniz. Doğru olan yargıların başına "D", yanlış olan yargıların başına "Y" yazınız.

1. ( ) Astronomide uzaklık birimi olarak parsek kullanır.

2. ( ) Iraksım, uzaklıkla doğru orantılı olarak artar.

3. ( ) Güneş'ten daha küçük kütleli yıldızların evrimlerinin sonunda süpernova patlaması gerçekleşir.

4. ( ) Kara cisim her dalga boyunda ışınım yayar.

5. ( ) Ölçülen ışık şiddeti kullanılan alıcı ve filtreye bağlıdır.

KON DÜZENEKLERİ VE GÖRÜNÜR HAREKET

3. ÜNİTE

- Gök Küresi
- Küresel Kon Düzeneği
- Coğrafi Kon Düzeneği
- Astronomideki Kon Düzenekler
- Günlük Görünür Hareket

Görsel 3.1 Dünya ve Ay.

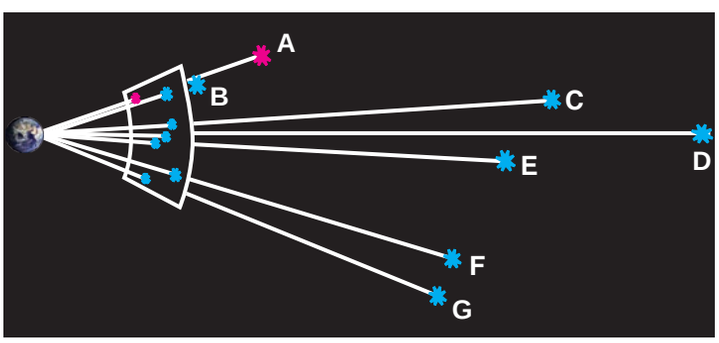
3.1. GÖK KÜRESİ

5N 1K

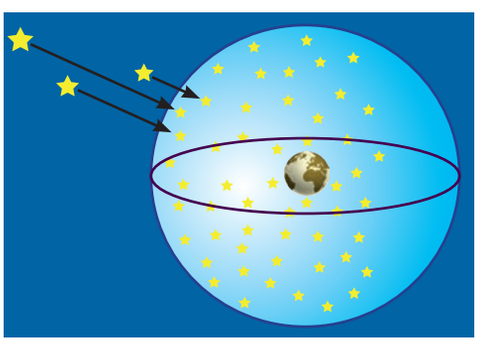
Görsel 3.2'yi inceleyiniz. Ormandaki ağaçların gerçek boyları ile görünür boyları arasında nasıl bir ilişki olduğunu belirtiniz?

Görsel 3.2 Orman.

İnsan gözünün kavrama gücü ancak sınırlı uzaklıklar için karşılaştırma yapabilir. Uzaklık arttıkça karşılaştırma gücü azalır. Gökyüzündeki yıldızlar ile diğer gök cisimleri aynı uzaklıkta ve büyük bir yarım küre üzerinde dağılmış gibi görünür (Görsel 3.3). Bu küre, gök küresi olarak adlandırılır (Görsel 3.4). Gök küresi, gerçek anlamda bir küre değil, sadece algısal bir kavramdır. Bu yüzden gözlemci, Dünya üzerinde nerede olursa olsun gök küresinin merkezinde bulunur.



Görsel 3.3 Gök cisimlerinin uzaydaki iz düşümü.



Görsel 3.4 Gök küre modeli.

ETKİNLİK 3.1

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: İki adet top, defter, kalem, metre.

Görsel 3.5

- Okul bahçesinin zeminine Görsel 3.5'teki gibi 1 m eninde, 3 m boyunda bir dikdörtgen çiziniz.
- Görsedeki gibi iki top dikdörtgenin karşılıklı köşelerine yerleştiriniz. Dört öğrenci sırasıyla birinci toptan 3 m, 6 m, 9 m, 12 m uzaklaşarak topları görmeleri engellenmeyecek şekilde dizilir.
- Öğrenciler, topların görünümlerini ellerindeki kâğıda çizerler.
- Çizdikleri kağıtlar öğrencilerin uzaklık sırasına göre sınıfta tahtaya yapıştırılır. Çizimler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar üzerinde tartışılır.

3.1.1. GÖK KÜRESİNİN TEMEL ELEMANLARI

Küre modeli olarak portakalı (Görsel 3.6 ve 3.7) ele alıp bazı kavramları bunun üzerinde belirtelim:

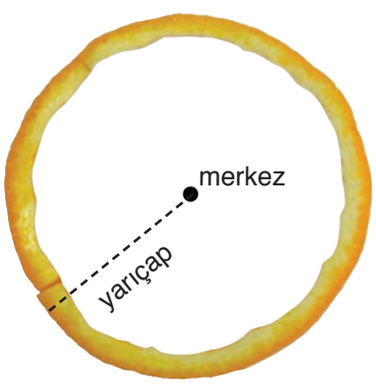
Görsel 3.6 Küre modeli.

Görsel 3.7 Kürenin elemanları.

Küre, uzayda herhangi bir noktadan sabit uzaklıktaki noktaların kümesidir. Sabit nokta kürenin merkezi, sabit uzaklık ise kürenin yarıçapı olarak adlandırılır.

Küre ile bir düzlemin ara kesiti daire, küre yüzeyi ile bir düzlemin ara kesiti ise çemberdir. Düzlem, kürenin merkezinden geçiyorsa ara kesit küre ile aynı yarıçaplı bir daire veya çember olur ve "en büyük daire" veya "en büyük çember" olarak adlandırılır (Görsel 3.8 ve 3.9).

Görsel 3.8 En büyük daire modeli.



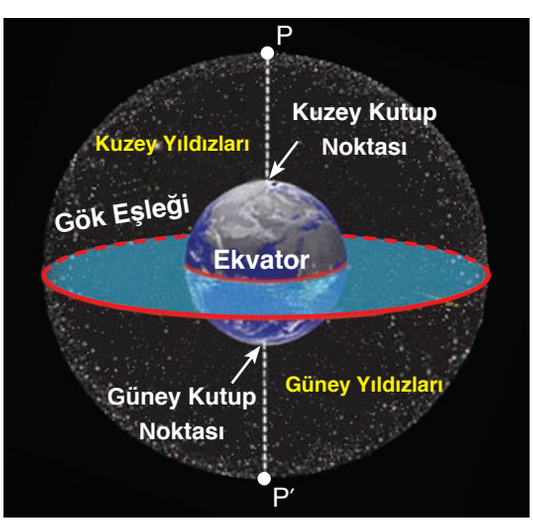
Görsel 3.9 En büyük çember modeli.

Gök Eşleği

Dünya'nın ekvator düzleminin gök küresi ile ara kesiti olan çembere denir. Gök eşleğine kısaca eşlek adı verilir (Görsel 3.10).

Dünya'nın dönme ekseninin uzantısının gök küreyi iki noktadan kestiği varsayılır. Bunlardan Dünya'nın kuzey kutup noktası tarafında olana "kuzey gök uçlağı (P)", güney kutup noktası tarafındakine de "güney gök uçlağı (P′)" denir.

Ekvator düzlemi Yerküre'yi iki yarı küreye ayırmaktadır. Yerküre'nin kuzey kutup noktası tarafında kalan yarısına "kuzey yarım küre", güney kutup noktası tarafında kalan yarısına da "güney yarım küre" denir. Gök eşleği de gök küreyi iki yarı küreye ayırmaktadır. Böylece yıldızları bulundukları yarı küreye göre sınıflayabiliriz. Kuzey yarım küredeki yıldızlara "kuzey yıldızları", güney yarı küredeki yıldızlara da "güney yıldızları" denir.

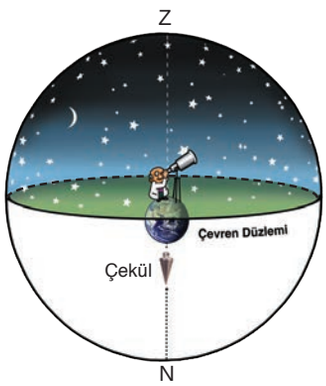


Görsel 3.10 Gök eşleği.

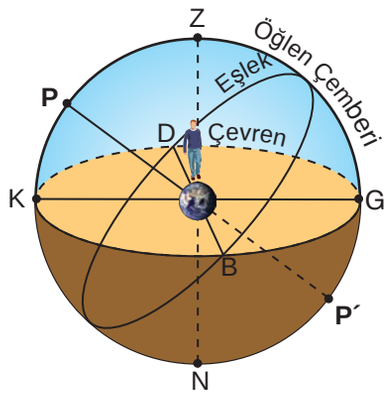
Çevren (Ufuk)

Yeryüzündeki bir gözlemcinin bulunduğu noktadaki çekül doğrultusuna (ucuna küçük bir ağırlık bağlanan ipin belirttiği yerçekimi doğrultusu) dik olan düzleme çevren (ufuk) düzlemi ve bu düzlemin gök küresi ile ara kesitine de "çevren çemberi" ya da kısaca "çevren" denir (Görsel 3.11).

Çevren çemberi gök küresini iki yarı küreye ayırır. Bunlardan birincisi gözlemcinin de bulunduğu yarı küredir ve buna çevrenin üstü denir. Çevrenin üstündeki gök cisimlerini görebiliriz. Diğer yarı küreye çevrenin altı denir. Bir gök cismi çevrenin altında ise onu göremeyiz.



Görsel 3.11 Çevren.



Görsel 3.12 Gök küre.

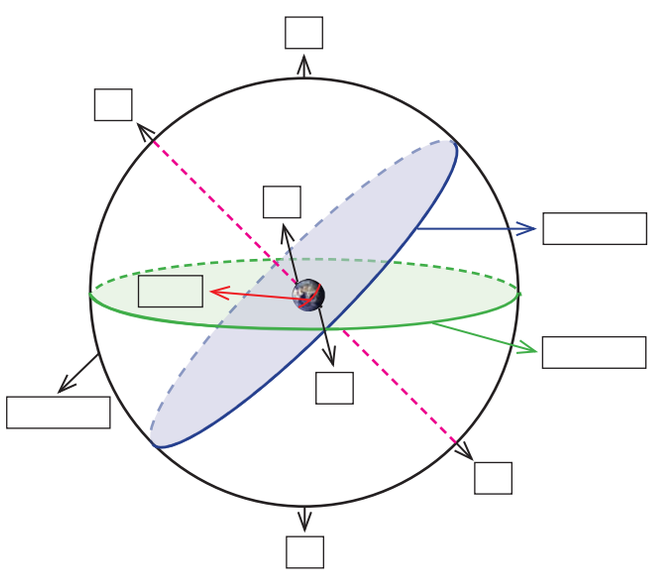
Bir gözlemcinin bulunduğu noktadaki çekül (düşey) doğrultusunun uzantısının gök küresini iki noktada kestiği varsayılır:

Bunlardan çevrenin üstünde olanına "başucu noktası" veya "zenit" denir. Zenit "Z" harfi ile gösterilir. Çevrenin altında olanına da "ayakucu noktası" veya "nadir" denir ve "N" harfi ile gösterilir. Dünya üzerinde farklı konumlarda bulunan gözlemcilerin çevrenleri, başucu ve ayakucu noktaları da farklıdır.

Gözlemcinin zenit ve nadirinden ve Dünya'nın kutuplarından geçen büyük çembere ise gözlem yerinin "öğlen çemberi" ya da "meridyeni" denir. "Öğlen çemberi" yerine çoğu zaman "öğlen" kısaltması da kullanılmaktadır (Görsel 3.12).

ETKİNLİK 3.2

- Aşağıdaki temsilî gök küresi üzerinde yer küre ile gök küresinin temel elemanları olan yer uçlaklarını, yer eşleğini, gök uçlaklarını, gök eşleğini, çevren düzlemini, başucu noktasını, ayakucu noktasını ve öğlen çemberini belirtiniz. Bu elemanları belirleyeceğiniz harflerle isimlendiriniz.
- Yer küre ve gök küresinin temel elemanlarını isimlendirirken kullandığınız harfleri nasıl belirlediniz?
- Bir harf ile isimlendirilemeyecek elemanlar hangileri olabilir?



3.1.2. TAKIMYILDIZLAR

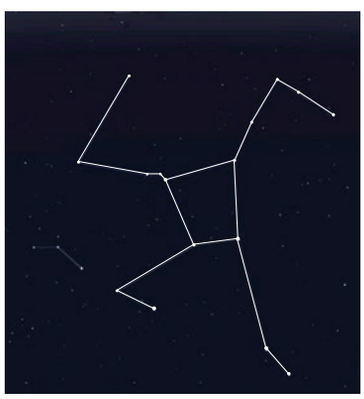
Gök cisimlerinin gökyüzündeki konumlarını belirlemede kolaylık olsun diye yeryüzü haritalarına benzer şekilde gök atlasları oluşturulmuştur. Gök küresi 88 takımyıldız ile parsellenmiştir. Herhangi bir yıldız ait olduğu takımyıldızıyla kolayca bulunabilmektedir.

Takımyıldızlar çok eski tarihlerde onları gözlemleyen kişilerin hayal gücünü kullanarak benzettikleri cisim, hayvan vb. adlarla adlandırılmıştır. Görsel 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17 ve 3.18'de bazı örnekler verilmiştir. Takımyıldız üyesi olan yıldızların her biri Yunan alfabesindeki α(alfa), β(beta), γ(gama), δ(delta), ε(epsilon) gibi harflerle parlaklık sırasına göre adlandırılmaktadır (Örnek: α Aslan, β Aslan)

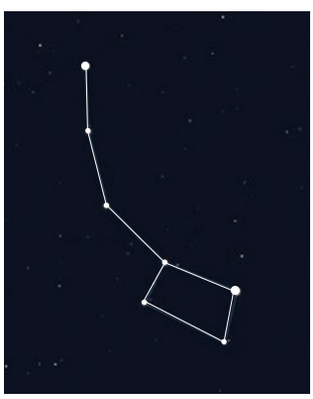
Görsel 3.13
Çoban takımyıldızı.

Görsel 3.14
İkizler takımyıldızı.

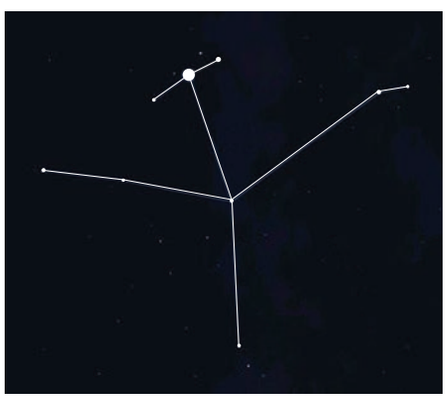
Görsel 3.15
Büyükayı takımyıldızı.



Görsel 3.16
Herkül takımyıldızı.



Görsel 3.17
Küçükayı takımyıldızı.



Görsel 3.18
Kartal takımyıldızı.

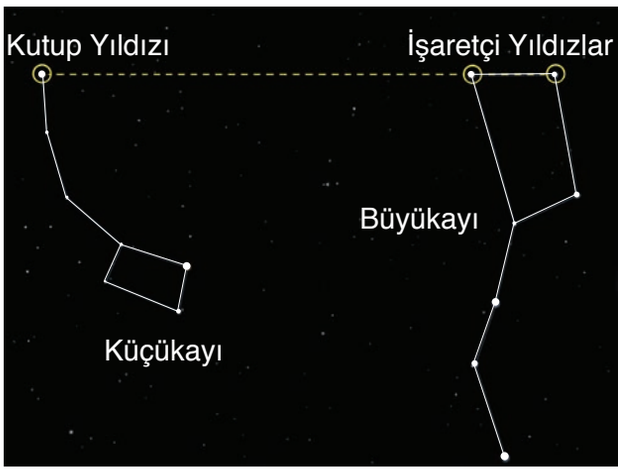
Halk arasında en çok bilinen takımyıldızlar Büyükayı ve Küçükayı'dır. Yaklaşık olarak kuzey gök uçlağını dolayısıyla yeryüzündeki gözlemciler için kuzey yönünü gösteren Kutup Yıldızı, Küçükayı takımyıldızının bir üyesidir (Görsel 3.19).

Gökyüzünde Büyükayı, çıplak gözle en iyi gözlemlenebilecek takımyıldızdır.

Büyükayı'nın işaretçi yıldızlarından geçen doğru boyunca yandaki görselde gösterilen yönde ilerlersek Kutup Yıldızı'nı buluruz.

Kutup Yıldızı'nın kendisine yakın olan işaretçi yıldıza uzaklığı iki işaretçi yıldız arasındaki uzaklığın yaklaşık beş katı kadardır.

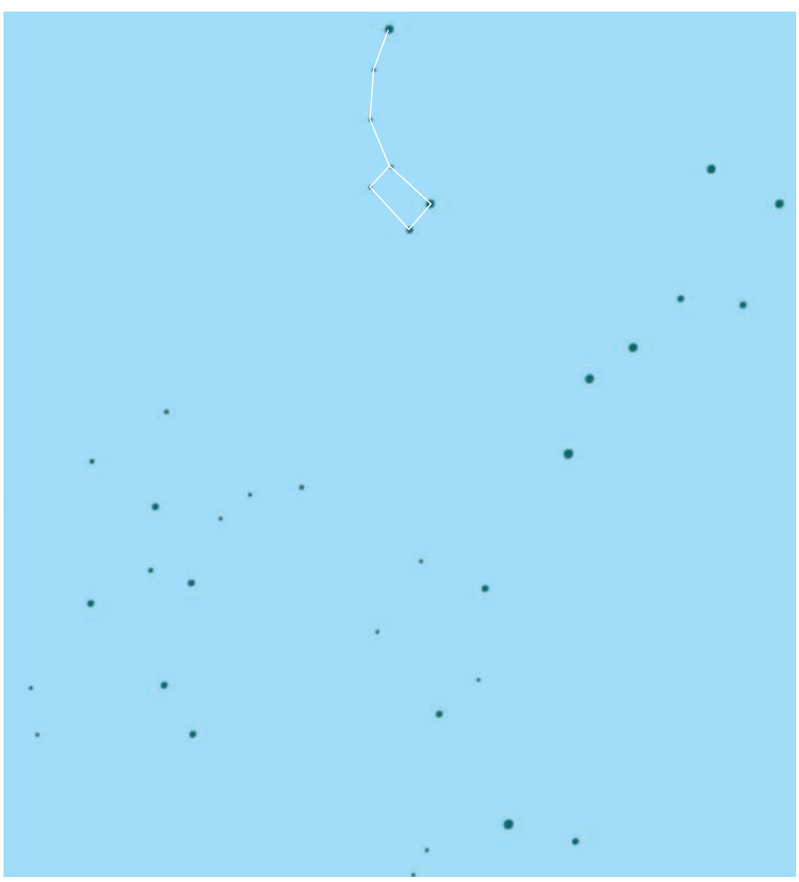
Kutup Yıldızı halk arasında Demirkazık, Şimal Yıldızı, Kuzey Yıldızı vb. şekilde de isimlendirilir.



Görsel 3.19 Kutup yıldızının konumu.

ETKİNLİK 3.3

- Aşağıda gökyüzünün belirli bir anına ait bazı yıldızların konumu verilmiştir. Bu yıldızların hangi takımyıldızlarını oluşturduğunu yıldızları çizgiler ile birleştirerek isimlendiriniz.



Görsel 3.20

- Belirlediğiniz takımyıldızlarını isimlendirirken nelere dikkat ettiniz?

3.1.3. GÜNLÜK GÖRÜNÜR HAREKET

ETKİNLİK 3.4

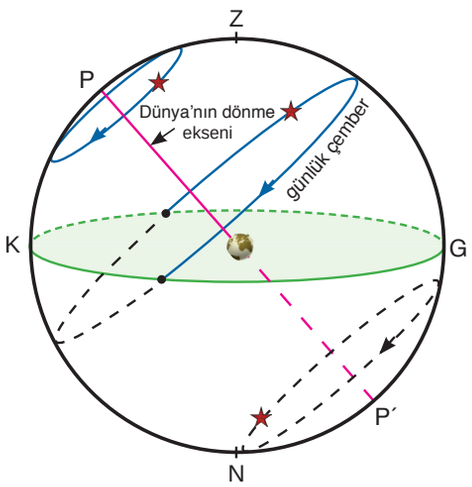
KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Fotoğraf makinası, metre.

- Sabit duran bir cismin farklı yerlerden bakıldığında diğer cisimlere göre konumu incelenecektir. Bunun için bir öğrenci tahtanın 1 metre önünde ayakta durur. Diğer öğrenci sınıfın farklı iki tarafından tahta önünde duran arkadaşının fotoğrafını çeker.

Görsel 3.21

- Çekilen fotoğrafları inceleyiniz. Gözlenen öğrenci, sabit durmasına rağmen farklı konumlardan bakıldığında yazı tahtasının ve gözlenen öğrencinin birbirine göre durumları nasıldır?

Bir araç içinde seyahat eden bir kişi, yol kenarında sabit duran ağaçları hareket ediyormuş gibi görür. Dünya üzerindeki gözlemcilere göre yerküre sabit, yıldızlar hareketli gibi görünecektir. Buna gök cisimlerinin günlük hareketi diyoruz. Günlük hareketin nedeni Dünya'nın kendi ekseni etrafında dönmesidir. Gök cisimlerinin günlük hareketleri en açık ve en belirgin şekilde kutup yıldızı civarındaki gök cisimleri ile izlenebilir.



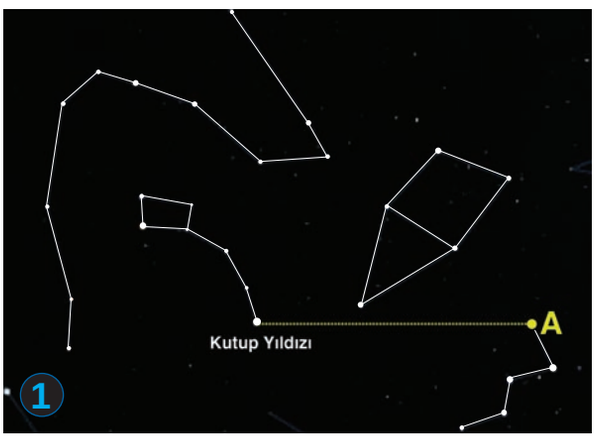
Görsel 3.22 Kutup yıldızı civarı yörünge hareketi.

Görsel 3.22'de Kutup Yıldızı civarının uzun poz süresi ile alınmış bir görüntüsüdür. Kutup Yıldızı'nın hemen hemen hareketsiz (sabit) olduğu diğer yıldızların ise onun etrafında çember yörüngelerde hareket ettikleri açıkça görülmektedir.

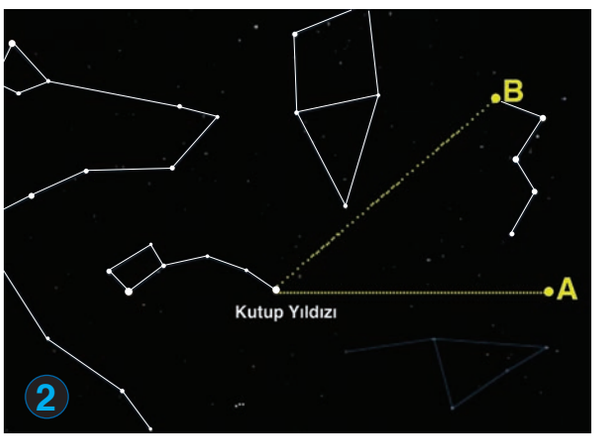
Dünya'nın kendi ekseni etrafında dönmesinin bir sonucu olarak bütün gök cisimleri Dünya'nın dönme ekseninin etrafında çember yörüngelerde dolanıyor görünür. Gök cisimlerinin bu hareketine "günlük hareket" ve bu çemberlere de gök cisimlerinin "günlük çemberi" denir. Günlük çemberler gök eşleğine paraleldir. Dolayısıyla bütün gök cisimlerinin günlük çemberleri birbirine paraleldir. Günlük hareket doğudan batıya doğrudur. Bunun nedeni Dünya'nın dönmesinin batıdan doğuya doğru olmasıdır.

ETKİNLİK 3.5

- Yıldızların günlük görünür hareketini anlayabilmek için aşağıda verilen görselleri inceleyiniz.



Görsel 3.23



Görsel 3.24

- Birinci görselde A konumundaki yıldız, Koltuk takımyıldızının bir üyesidir. Bu yıldızın A konumundan B konumuna gelmesi için geçen gözlem süresi 3 saat olarak belirlenmiştir.
- İkinci görselde Kutup Yıldızı'nı köşe kabul eden açıyı ölçünüz.
- Orantı kullanılarak bu yıldızın aynı konuma (A konumuna) kaç saat sonra yeniden gelebileceğini hesaplayınız.
- A konumundaki yıldızın görünür hareketi hangi yöne doğrudur?

3.2. KÜRESEL KON DÜZENEĞİ

5N 1K

KONUM BELİRLEME (GPS)

GPS sistemi herhangi bir zamanda, Dünya'nın herhangi bir yerinde bulunan bir kullanıcının konumunu belirleyen ve en az 4 uydudan oluşan ölçme sistemidir (Görsel 3.25).

Uydularla konum belirlemede uydu sinyallerinin bir alıcı tarafından kaydedilerek sinyalin uydudan yayınlandığı an ile alıcıda kaydedildiği an arasında geçen süre çok hassas olarak ölçülür. Bu süre, sinyalin yayılma hızı ile çarpılarak uydu ile alıcı arasındaki mesafe belirlenir; uydunun koordinatları zamana bağlı olarak bilindiğinden alıcının konumu hesaplanabilir.

GPS'de bir noktanın doğrudan doğruya Dünya üzerindeki konumu enlem, boylam ve yüksekliği ölçülerek bulunur.

Görsel 3.25 GPS konum belirleme.

Küresel koordinat sistemlerini kullanma amacımız küre üzerindeki bir noktanın yerini ve hareketini anlamlı olarak belirleyebilmektir. Bunun için belirli tanımlamalara ve elemanlara ihtiyacımız vardır. Bunlar; temel düzlem çemberi, başlangıç yarı çemberi, ölçme yönü ve sınırları belirlenmiş iki açıdır.

Temel Düzlem: Kürenin merkezinden geçen amaca uygun olarak seçilen herhangi bir düzlemdir. Bütün düzenek bu düzlem üzerine kurulur ve temel düzlemin küre yüzeyi ile ara kesiti "temel düzlem çemberi"dir.

Uçlak (Kutup) Noktaları: Temel düzleme çıkılan dikmenin gök küresini deldiği noktalara kon düzeneğinin uçlak noktaları denir.

Başlangıç Yarı Çemberi: Temel düzlemin uçlaklarından geçen bir yarı çemberdir. Açılardan biri başlangıç yarı çemberine göre ölçülür. Uçlaklardan geçen yarı çemberlerden herhangi biri, isteğe ve amaca göre başlangıç çemberi olarak seçilebilir.

Düşey Çember: Kon düzeneğinin uçlak (kutup) noktalarından ve gök cisminden geçen yarı çember. Düşey çemberler, kon düzeneğinin temel çemberi ile dik kesişir.

Yatay ve düşey olmak üzere iki açı tanımlanır.

Yatay Açı: Temel çember üzerinde başlangıç çemberinden başlayarak gök cisminin düşey çemberine kadar olan yay veya bu yayı gören merkez açıdır. Ölçüm yönü ve sınırları belirtilmelidir.

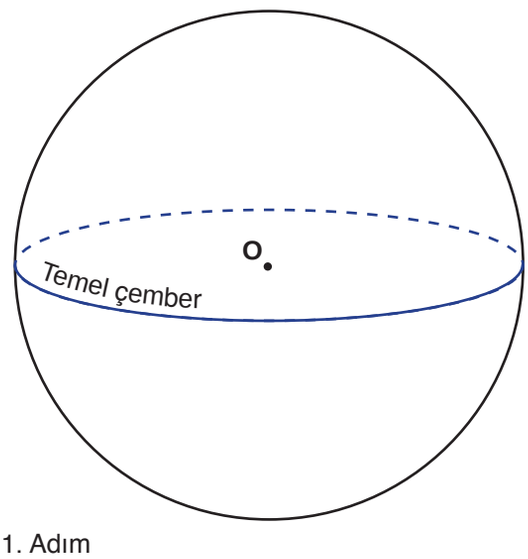
Düşey Açı: Gök cisminin düşey çemberi boyunca temel çemberden itibaren gök cismine kadar olan yay veya bu yayı gören merkez açı olarak tanımlanır.

Kon düzeneği tanımlanırken düşey çemberlerden, yatay ve düşey iki açıdan bahsetmiştik. Bunlar genel adlandırmalardır. Amaca uygun tanımlanan bir kon düzeneğinde düşey çemberlere, yatay ve düşey açılara kon düzeneğinin kendine özgü adlar verilir.

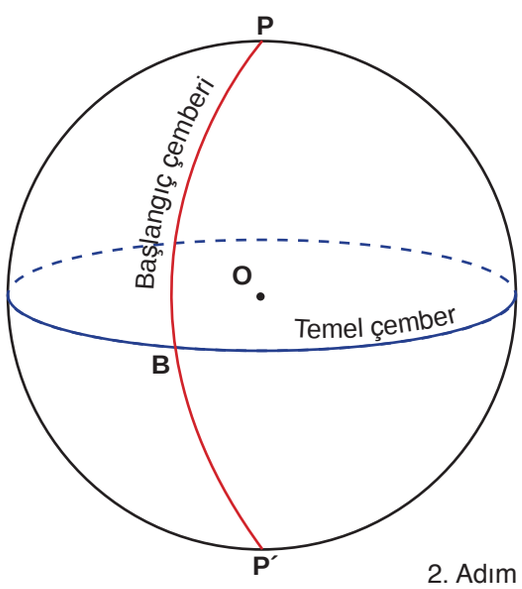
Aşağıdaki adımları izleyerek bir küresel kon düzeneği çizilir.

1. Adım: Rastgele bir temel düzlem çiziniz. Kürenin merkezinden geçen her düzlem temel düzlem olarak alınabilir. Temel düzlemin gök küresi ile ara kesiti temel çemberdir.

2. Adım: Uçlak noktalarını belirtiniz. Kürenin merkezinden temel düzleme çıkılan dikmenin gök küresini deldiği noktalar, uçlak noktalarıdır. Bu noktaları şekil üzerinde belirtiniz. Başlangıç çemberini çiziniz. Uçlaklardan geçen büyük çemberlerden herhangi birinin yarısı başlangıç çemberi olarak alınabilir. Başlangıç çemberi ile temel çember dik kesişir.



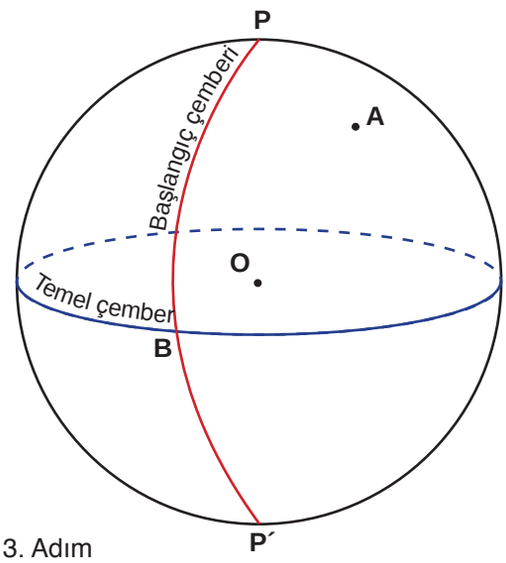
1. Adım



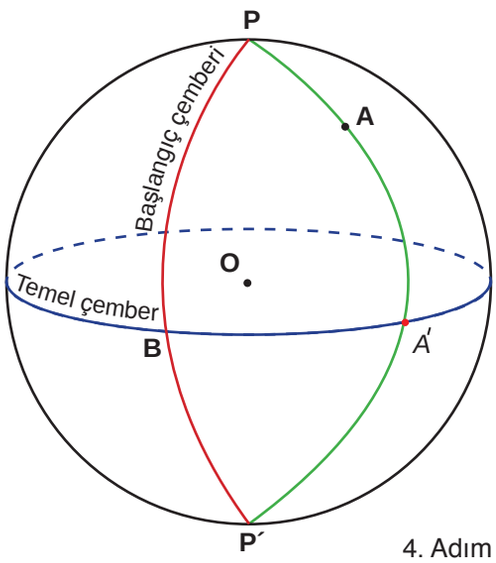
2. Adım

3. Adım: Gök küresi üzerinde bir A noktası işaretleyiniz.

4. Adım: Uçlaklardan ve A noktasından geçen büyük çember yayını (A'nın düşey çemberi) çiziniz. Düşey çemberin temel çemberi kestiği noktayı (A´) işaretleyiniz. Bu nokta, A'nın temel çember üzerindeki iz düşümüdür.



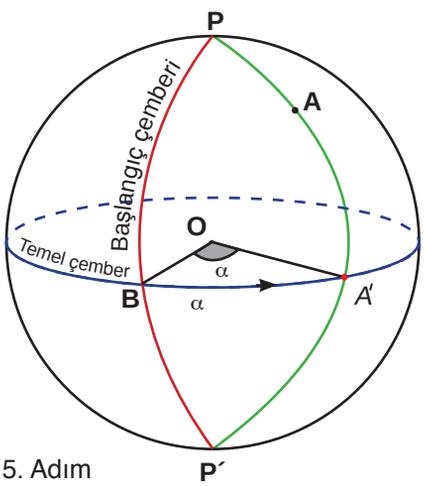
3. Adım



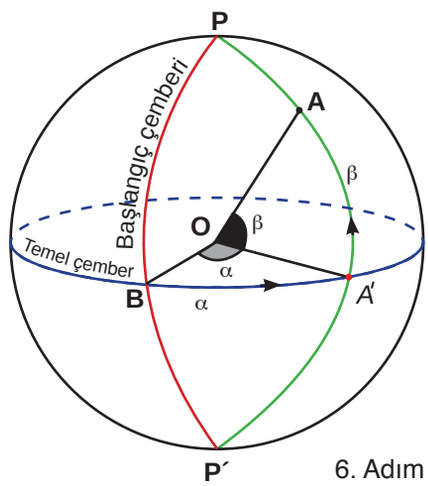
4. Adım

5. Adım: A'nın yatay açısını, bu açının ölçüm yönünü ve sınırlarını belirtiniz. Temel çember üzerinde başlangıç çemberinden başlayarak A'nın düşey çemberine kadar olan yayın ölçüsünü belirleyiniz (Bu yayın pozitif yönde mi yoksa negatif yönde mi ölçüleceğine karar verilmelidir.). Kürenin merkezinden başlangıç çemberinin ve A'nın düşey çemberinin temel çemberi kestiği noktaları gören açıyı belirleyiniz. Bu merkezcil açının ölçüsü ile yukarıda belirlenen yayın ölçüsü eşittir. Bu açıya A'nın yatay açısı (α)denir.

6. Adım: A'nın düşey açısını, bu açının ölçüm yönünü ve sınırlarını belirleyiniz. A yıldızının düşey çember üzerinde, temel çemberde A' noktasından başlayarak A'ya kadar olan yay veya bu yayı gören merkez açıyı gösterir. Bu açıya A'nın düşey açısı (β) denir.



5. Adım

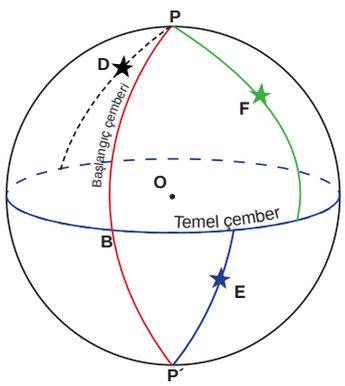


6. Adım

α açısı 0° ile 360°, β açısı 0° ile 90° arasında değerler alır.

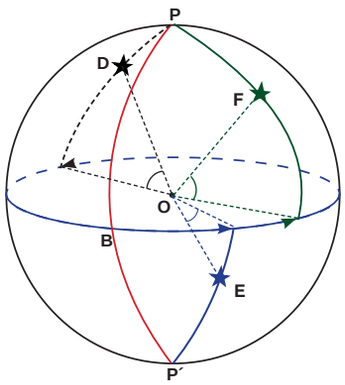
ÖRNEK 3.1

Aşağıda temsili küresel kon düzeneğinde belirtilen D, E ve F yıldızlarının α ve β konsayılarını tahmin ediniz.



ÇÖZÜM:

Temsili küresel kon düzeneğinde D, E ve F yıldızlarından geçen en büyük çember yayları çizilir.



Tahmini olarak D, E ve F yıldızları için
α değerleri sırasıyla : 250°, 45°, 60°
β değerleri sırasıyla : 60°, -30°, 45°

3.3. COĞRAFİ KON DÜZENEĞİ

5N 1K

Nasreddin Hoca (Görsel 3.26), 13. yüzyılda Konya yöresinde yaşamış; fıkralarıyla Türk ve dünya edebiyatına mal olmuştur. Onunla ilgili anlatılan hoş bir fıkra da şöyledir:

Nasreddin Hoca'ya sormuşlar: "Hocam Dünya'nın merkezi neresi?"

Hoca cevap vermiş: "Eşeğimin ayağını bastığı yer!"

Hoca'nın bu açıklamasına kızan insanlar: "Hocam, nerden biliyorsun?" demişler

Hoca: "Ölçün de bakın!" demiş.

Sizce Nasreddin Hoca'nın bu fıkrasında bahsedildiği gibi yeryüzündeki herhangi bir nokta neden Dünya'nın merkezi sayılabilir?

Görsel 3.26
Nasreddin Hoca heykeli, Sivrihisar.

Coğrafi kon düzeneğinde:

Temel düzlem ve temel çember : Ekvator düzlemi ve ekvator.

Başlangıç yarı çemberi : Greenwich'in boylam çemberi.

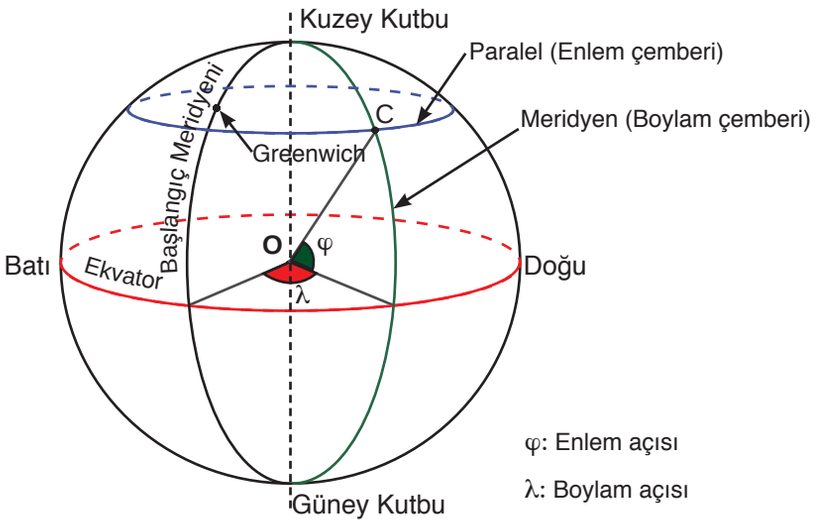
İki açı : Enlem *(φ)* ve Boylam *(λ)*.

Boylam (λ), başlangıç boylamından itibaren doğuya doğru 0° ile 180° arasında ve batıya doğru da 0° ile 180° arasında ölçülür.

Enlem (φ) açısı ise coğrafi yerin boylam çemberi boyunca ekvatordan başlayarak söz konusu coğrafi noktaya kadar ölçülür. Kuzey kutbuna doğru 0° ile $+90^\circ$ arasında, güney kutbuna doğru da 0° ile -90° arasında ölçülür.

Bilindiği gibi dünya ideal bir küre olmayıp kutuplarından biraz basıktır. Ancak hassas ölçümlerin söz konusu olmadığı durumlarda ilk yaklaşım olarak dünya şekli küre kabul edilebilir.

Dünya üzerinde ekvatora paralel olacak şekilde çizilen çemberlere "enlem çemberleri" ya da "paraleller" denir. Dünya'nın kutuplarından geçen düzlemlerin yer yuvarlağı ile ara kesitleri ise "meridyenler" ya da "boylam çemberleri" olarak adlandırılır. Yerküre üzerindeki coğrafi yerlerin konumlarını belirtmek için de bir küresel kon düzeneği kurulabilir. Coğrafi kon düzeneği bu amaçla kullanılan bir düzenektir.



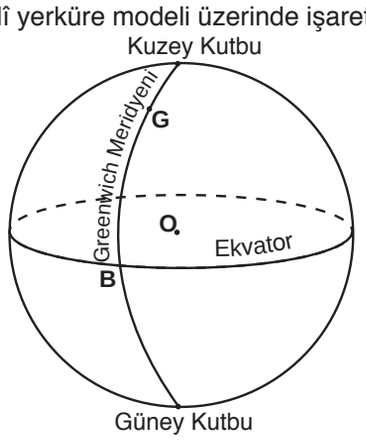
Yukarıdaki şekil coğrafi kon düzeneğinde Dünya üzerinde alınan bir C noktası için çizilmiştir.

ETKİNLİK 3.6

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Pergel, A4 Kağıdı (çizgisiz kağıt)

- Temsilî yerküre modelini A4 kağıdı üzerine çiziniz. Ekvator çemberinin üst ve alt kısmına ekvatora paralel olacak şekilde beşer çember yerleştiriniz.
- Enlem açısını bulmak için ekvatoru sıfır derece kabul ederek üst tarafı pozitif, alt tarafı negatif olarak ölçeklendiriniz (her bir aralık 15 derece).
- Kutup noktalarında birleşecek şekilde Greenwich dahil 24 yarım çember çiziniz (her bir çember arası 15 derece).
- Yerküre üzerinde coğrafî koordinatları verilen çeşitli noktaların yerlerini tahmin etmek için aşağıdaki tabloyu inceleyiniz.
- Coğrafî koordinatları (yaklaşık) verilen şehirleri temsilî yerküre modeli üzerinde işaretleyiniz.

ŞEHİRLER	BOYLAM	ENLEM
İzmir	27^0 Doğu	$+38^0$
Marakeş	8^0 Batı	$+31^0$
Sao Paulo	46^0 Batı	-23^0
Wellington	174^0 Doğu	-41^0
Melbourne	144^0 Doğu	-37^0



- Şehirleri temsilî gök küre üzerinde gösterirken nelere dikkat ettiniz?

3.4. ASTRONOMİ KON DÜZENEKLERİ

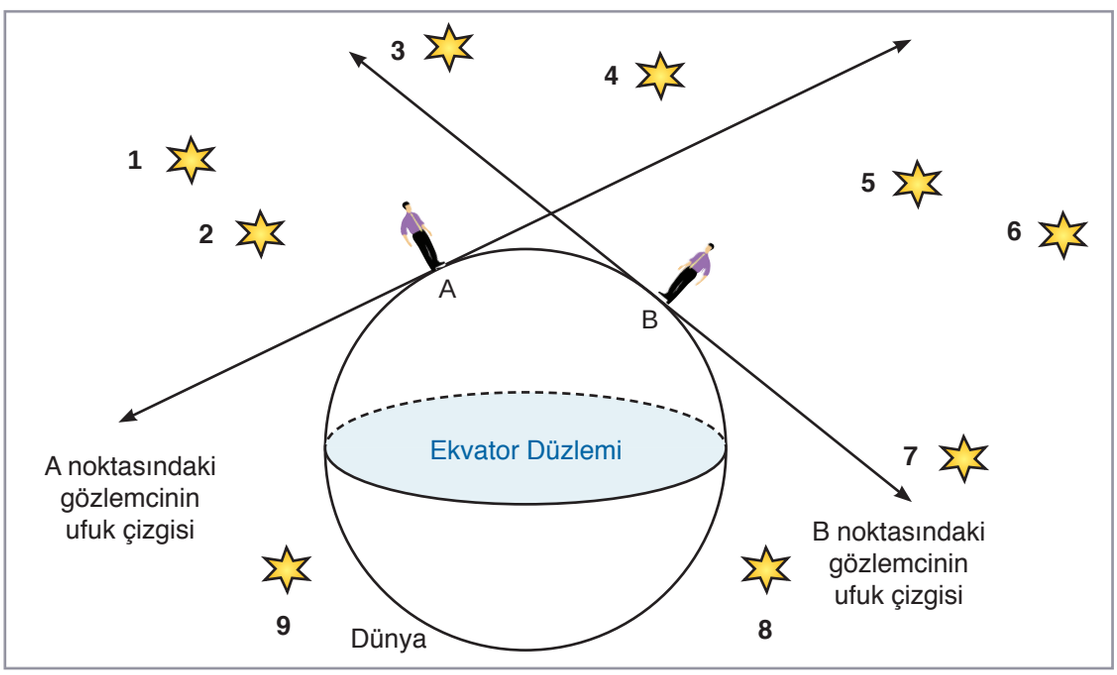
5N 1K

Görsel 3.27'deki gibi bir top düşünelim. Bu topun üzerine işaretleyeceğiniz herhangi bir noktanın konumunu arkadaşlarınıza nasıl tarif edersiniz?

Görsel 3.27 Top.

ETKİNLİK 3.7

- Yerkürede farklı yerlerdeki iki gözlemcinin gökyüzündeki hangi cisimleri görebilecekleri, hangilerini göremeyeceklerini fark edebilmek için aşağıdaki şekli inceleyiniz.



- A ve B'deki iki gözlemci gökyüzündeki hangi cisimleri görebilir, hangilerini göremez?

A noktasındaki gözlemcinin görebildiği cisimler	
A noktasındaki gözlemcinin göremediği cisimler	

B noktasındaki gözlemcinin görebildiği cisimler	
B noktasındaki gözlemcinin göremediği cisimler	

A ve B noktalarındaki her iki gözlemcinin görebildiği cisimler	
A ve B noktalarındaki her iki gözlemcinin göremediği cisimler	

- Herhangi bir gözlemci neden tüm yıldızları göremiyor?

3.4.1. ÇEVREN KON DÜZENEĞİ

Çevren kon düzeneğinde:

Temel Düzlem ve Temel Çember: Çevren düzlemi ve çevren çemberi.

Başlangıç Yarı Çemberi : Gözlemcinin öğlen çemberi.

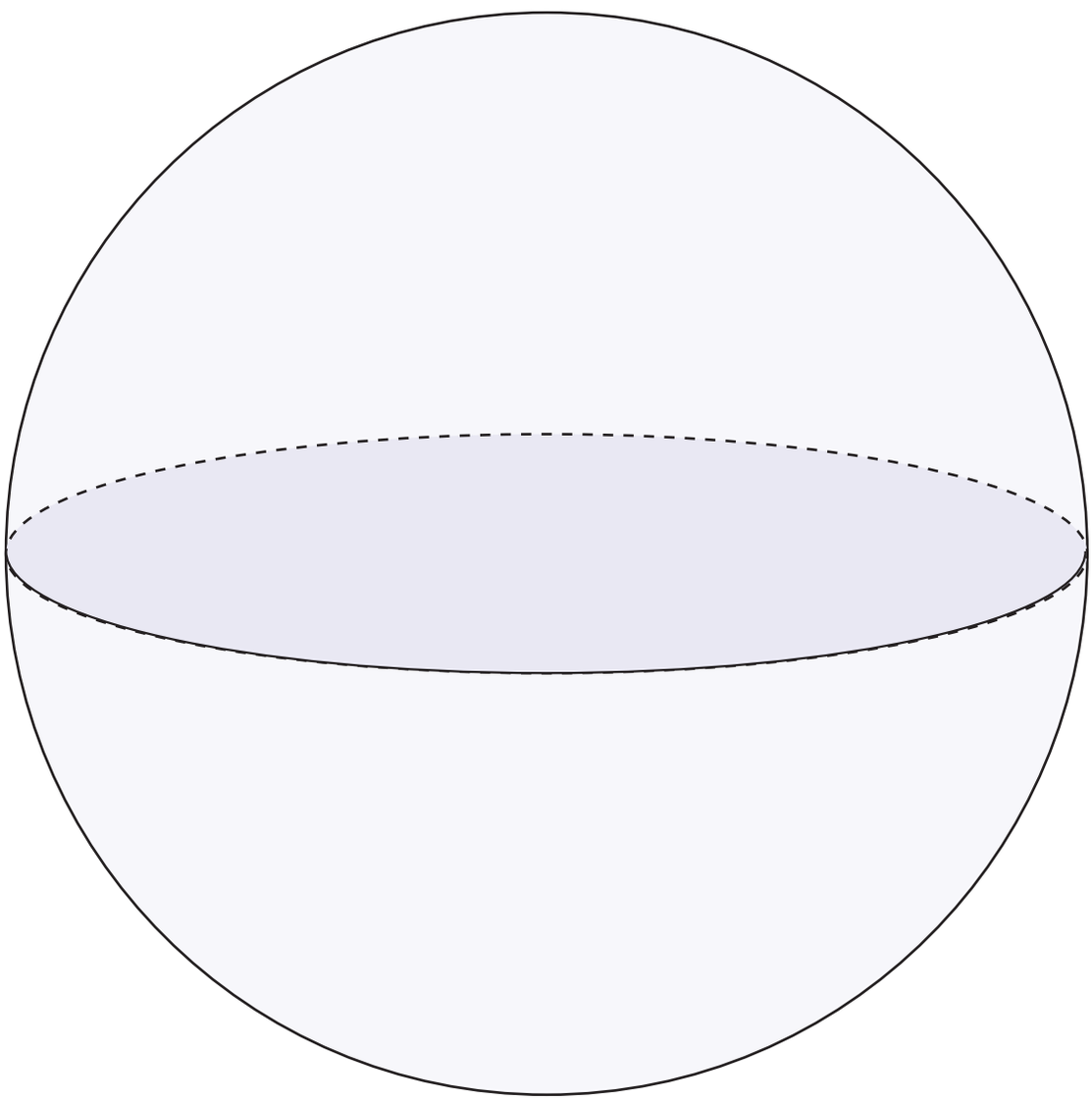
İki Açı : Azimut *(a)* ve Yükseklik *(h)*

Azimut *(a)*: Gök cisminin düşey çemberinin öğlen çemberine göre batı yönünde yaptığı açıdır. Çevren çemberi üzerinde, güney noktasından başlayarak negatif yönde (saat yönünde) gök cisminin düşey çemberine kadar 0° ile 360° arasında ölçülür.

Yükseklik *(h)*: Çevrenden itibaren gök cisminin düşey çemberi boyunca ölçülür. Çevrenden zenite doğru 0° ile +90°, çevrenin altında ise çevrenden nadire doğru 0° ile -90° arasında ölçülür.

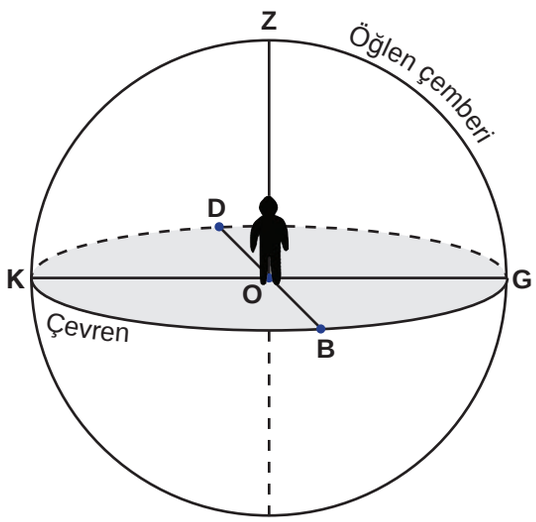
ETKİNLİK 3.8

- Çevren kon düzeneğini kavrayabilmek için aşağıdaki çalışma alanı üzerinde belirtilen adımları sırayla uygulayarak A,B,C cisimlerinin çevren kon sayılarını *(a, h* değerlerini*)* tahmin ediniz.

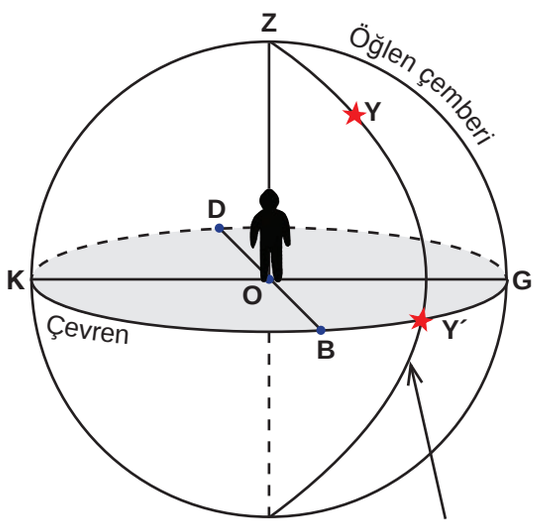


1. Adım: Çevren düzlemi üzerinde merkezde bir insan çizilir. Zenit (Z), Nadir (N) belirtilir. Çevren üzerinde Kuzey (K), Güney (G), Doğu (D) ve Batı (B) noktaları işaretlenir.

2. Adım: Gök küresinde bir gök cismi (Y) seçilir ve düşey çemberi çizilir. Gök cisminin, çevren üzerindeki iz düşümü (Y´) işaretlenir.



1. Adım

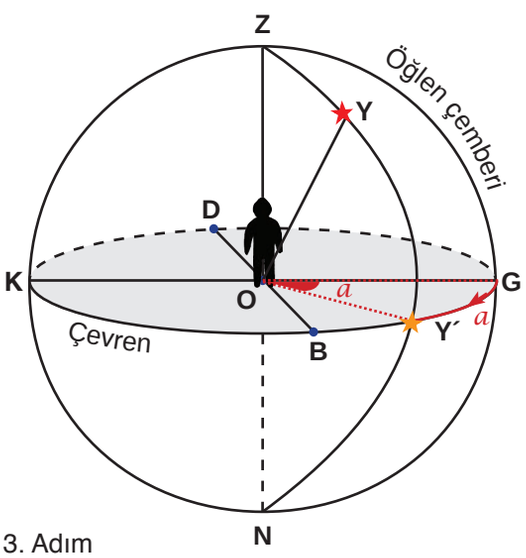


2. Adım

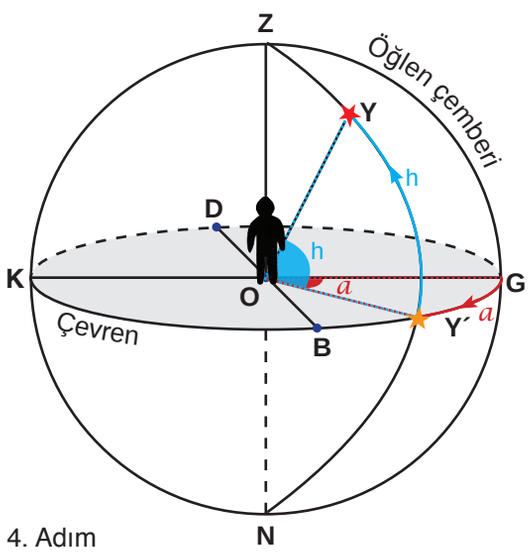
Y gök cisminin düşey çemberi

3. Adım: Gök cisminin düşey çember ile öğlen çemberi arasındaki açı yani gök cisminin azimut açısı *(a)* belirtilir. Azimut açısının çevren düzleminde Güney *(G)* noktasından başlayarak saatin dolanma yönünde ölçüldüğü unutulmamalıdır.

4. Adım: Gök cisminin düşey çemberi üzerinde çevrenden gök cismine kadar olan yay *(YY´ yayı)* veya bu yayı gören merkez açı gök cisminin yüksekliği *(h)* olarak belirtilir.

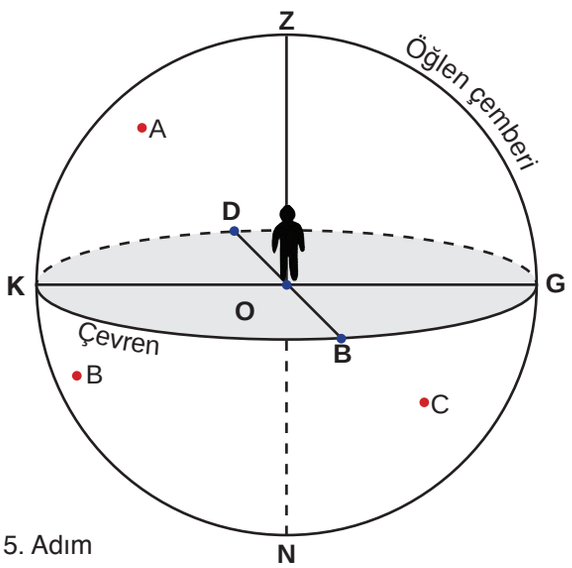


3. Adım



4. Adım

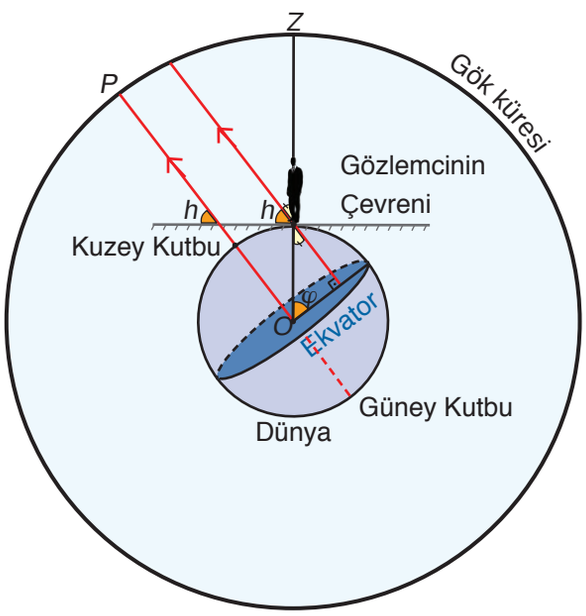
5. Adım: A, B ve C gök cisimlerinin çevren konsayılarını (*a* ve *h* değerlerini) tahmin ederek aşağıdaki çizelgeyi tamamlayınız ve sonuçlarınızı arkadaşlarınızın sonuçlarıyla karşılaştırınız.



5. Adım

Gök Cisim	Azimut *(a)*	Yükseklik *(h)*
A		
B	170°	
C		- 30°

Dünya üzerindeki herhangi bir yerde Kutup Yıldızı'nın (*P*) çevren yüksekliği (*h*), o yerin enlemine (φ) eşittir($h = \varphi$).



ETKİNLİK 3.9

- Bulunduğumuz yerin enlemini Kutup Yıldızı'ndan hareketle belirleyebilmek için havanın açık olduğu bir gecede gökyüzü gözlemi yapınız.
- Kutup Yıldızı'nı belirleyerek çevren yüksekliğini tahmin ediniz.
- Bu bilgiyi kullanarak bulunduğunuz yer için temsilî gök küresini çizerek Kutup Yıldızı'nın çevren yüksekliğinden bulunduğunuz yerin enlemini belirleyiniz.

3.4.2. EŞLEK (GÖK EKVATORU) KON DÜZENEĞİ

Eşlek kon düzeneğinde:

Temel Düzlem ve Temel Çember : Eşlek düzlemi ve eşlek

Başlangıç Yarı Çemberi : Gök uçlaklarından ve ilkbahar (koç) noktasından geçen yarı çember (Koç noktasının saat çemberi)

İki Açı : Sağ açıklık *(α)* ve dik açıklık *(δ)*

Eşlek kon düzeneğindeki düşey çemberlere yani gök uçlaklarından geçen yarı çemberlere "saat çemberi" denmektedir.

Sağ Açıklık *(α)* : Gök cisminden geçen saat çemberinin, koç noktasının saat çemberine göre sağa doğru (pozitif yönde) yaptığı açıdır. Eşlek boyunca koç noktasından başlayarak (0° ile 360°) arasında ölçülür.

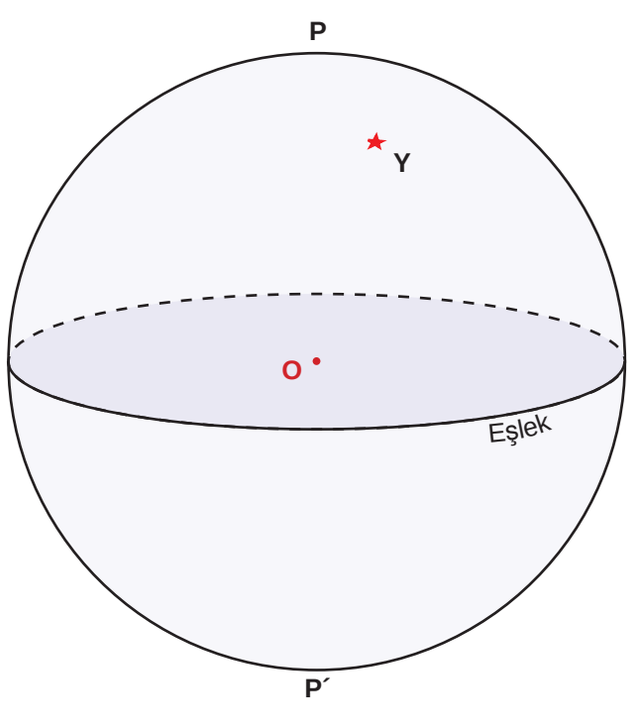
Dik Açıklık *(δ)* : Gök cisminden geçen saat çemberi boyunca yıldızın eşlekten olan açısal uzaklığıdır. Eşlekten itibaren kuzey gök uçlağına kadar 0° ile +90° ve güney gök uçlağına doğru da 0° ile –90° arasında ölçülür.

Koç noktası, Güneş'in görünür yıllık hareketinde 21 Mart tarihinde bulunduğu noktadır. Bu nokta tutulum ile gök eşleğinin kesim noktalarından biridir ve diğer bütün gök cisimleri gibi günlük harekete katılır. Bu nedenle Dünya'nın ekvator düzlemi başka bir deyişle dönme ekseninin doğrultusu değişmediği sürece gök cisimlerinin *(α , δ)* eşlek konsayıları da değişmeden kalır. Üstelik eşlek konsayıları gözlemciye de bağlı değildir. Yani bir gök cisminin eşlek konsayıları, Dünya'nın farklı yerlerindeki gözlemciler için hep aynıdır. Bütün bu nedenlerden dolayı gök cisimlerinin katalogları yapılırken onların eşlek konsayıları kullanılır.

Gerçekte Dünya'nın dönme ekseni bir presesyon hareketi yapmaktadır. Bunun sonucu olarak da koç noktası eşlek üzerinde pozitif yönde sürekli kaymaktadır. Ancak bu devinim çok yavaş olup koç noktası eşlek çemberi üzerindeki bir tam turunu 26 000 yılda tamamlayabilmektedir. Koç noktasının yerinin yavaş da olsa değişmesinin bir sonucu olarak gök cisimlerinin eşlek konsayıları da yavaşça değişmektedir. Ancak bir yıl içindeki değişim ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Ancak birkaç yıl içerisinde dikkate alınabilecek değişimler oluşabilmektedir. Bu nedenle gök cisimlerinin kataloglarında eşlek konsayıları verilirken bu koordinatların hangi yıla ilişkin olduğu da belirtilir.

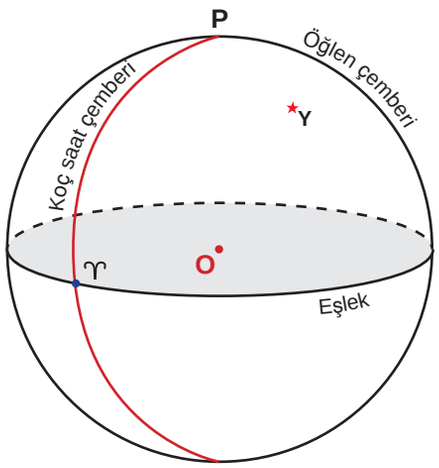
ETKİNLİK 3.10

- Eşlek kon düzeneğini kavramak için aşağıdaki çalışma alanı üzerinde belirtilen adımları sırayla uygulayarak Y yıldızının eşlek kon sayılarını *(α* ve *δ* değerlerini*)* tahmin ediniz.

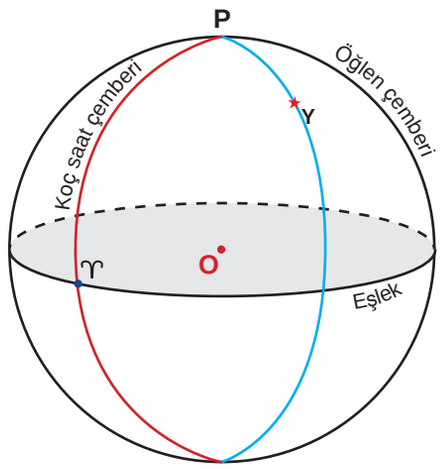


1. Adım: : Koç noktasını (♈) işaretleyiniz ve saat çemberini (Bir yıldızdan ve gök uçlaklarından geçen yarı büyük çember.) çiziniz (Koç noktası eşlek üzerinde herhangi bir yerde olabilir. Koç noktasının yeri o anki yıldız zamanına bağlıdır. Burada şimdilik istediğiniz yere işaretleyebilirsiniz).

2. Adım: Y yıldızının saat çemberini çiziniz.



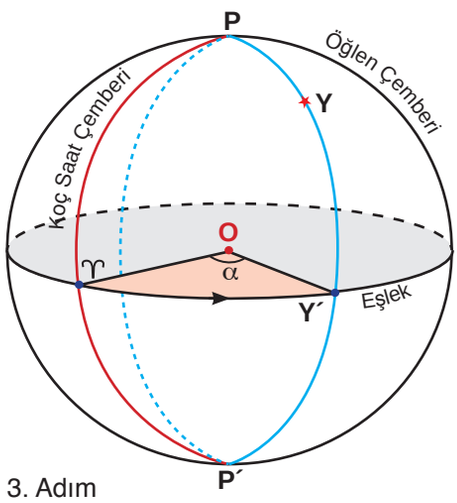
1. Adım



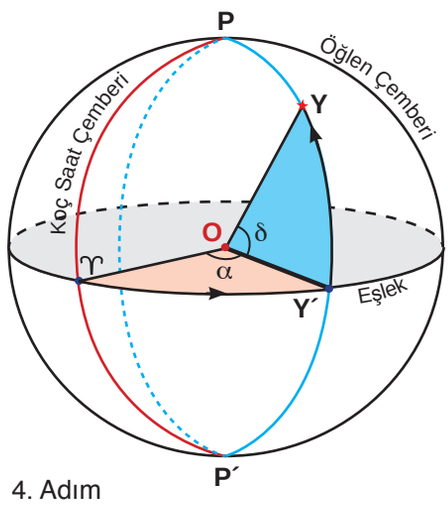
2. Adım

3. Adım: Eşlek üzerinde pozitif yönde olmak üzere koç noktasından Y yıldızının saat çemberine kadar olan açısal uzaklık işaretlenir ve bu açının yıldızın sağ açıklığı *(α)* olduğu belirtilir.

4. Adım: Y yıldızının saat çemberi boyunca eşlekten olan açısal uzaklığı işaretlenir ve bu açının yıldızın dik açıklık *(δ)* olduğu belirtilir.



3. Adım



4. Adım

- Y yıldızının eşlek konsayılarını tahmin ediniz.

Saat Kon Düzeneği

Temel Düzlem ve Temel Çember: Eşlek düzlemi ve eşlek

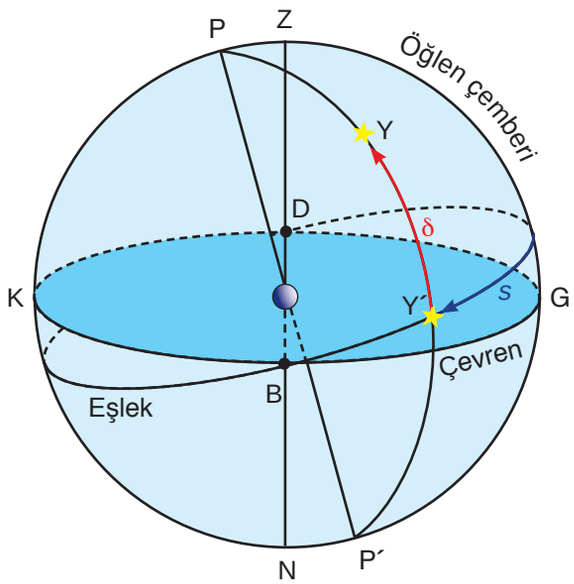
Başlangıç Yarı Çemberi: Gözlem noktasının öğlen çemberi.

İki Açı: Saat açısı *(s)* ve dik açıklık *(δ)*

Saat Açısı *(s)*: Yıldızdan geçen saat çemberinin öğlen çemberine göre batı yönünde yaptığı açıdır. Eşlek boyunca Güney *(G)* noktasından itibaren saatin dolanma yönünde (negatif yön) gök cisminin saat çemberine kadar olan açısal uzaklık olarak 0^{sa} ile 24^{sa} arasında ölçülür.

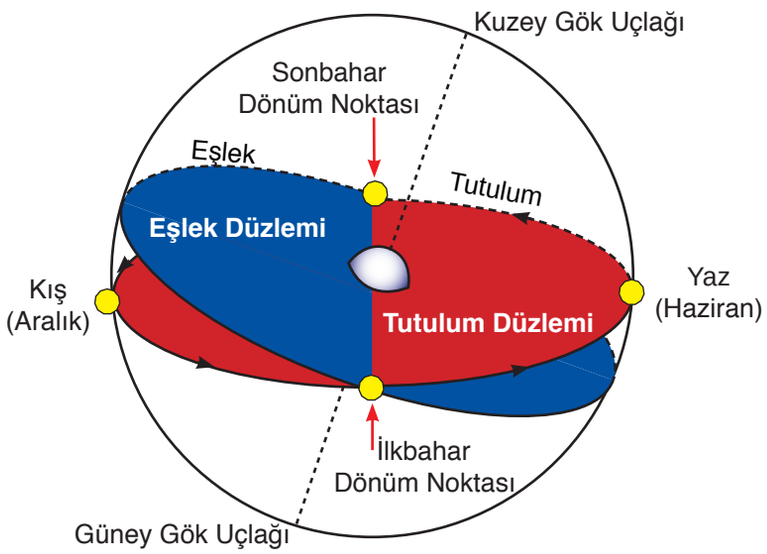
Dik Açıklık *(δ)*: Bk. Eşlek kon düzeneği (Sayfa 90).

Yıldız günlük harekete katıldığı için bu koordinat sistemin birinci açısı *s* saat açısı, doğrudan doğruya zamana ve gözlem yerine bağlıdır.



ASTRO-NOT

Tutulum düzlemi ile eşlek çakışık olmayıp aralarında ε = 23° 27′ lik açı vardır.



Tutulum (Güneş'in yıl boyunca üzerinde dolandığı çember) ve eşlek düzlemlerinin ara kesit doğrusunun (İki düzlemin kesişimi bir doğrudur.) gök küresini deldiği noktalara ılım noktaları (Ekinoks noktaları) denir. Bunlardan biri "ilkbahar ılım noktası" diğeri "sonbahar ılım noktası"dır. Güneş yıllık hareketi sırasında yıl içerisinde bir kez ilkbahar ılımından (21 Mart) bir kez de sonbahar ılımından (23 Eylül) geçer. Bu anlarda Dünya'nın her yerinde gece ve gündüz süreleri eşittir ve mevsim bahardır. Bu tarihlerde Güneş'in doğduğu nokta tam doğu noktası, battığı nokta ise tam batı noktasıdır.

3.5. GÜNLÜK GÖRÜNÜR HAREKET

5N 1K

Görsel 3.28 Güneş'in doğuşu.

Görsel 3.29 Güneş'in batışı.

Ülkemizde Güneş her gün doğmakta ve batmaktadır (Görsel 3.28 ve 3.29). Dünya üzerinde herhangi bir yerde günlük olarak Güneş'in doğup batmadığı yerlerin olabilmesi için ne gibi koşullar bulunmalıdır?

Günlük hareket, gök cisimlerinin bir gün boyunca gökyüzünde yapmış oldukları harekettir. Gök cisimleri her gün Dünya'nın dönme ekseni etrafında, eşleğe paralel birer çember üzerinde doğudan batıya doğru (negatif yön) hareket eder ve çember üzerindeki bir tam dolanımlarını bir günde tamamlarlar. Gök cisimlerinin gün boyunca üzerinde dolandıkları çembere onların günlük çemberi denir. Günlük çemberin çevrenin üstünde kalan parçasına "gün yayı", çevrenin altında kalan parçasına da "gece yayı" denir. Gök cisimleri, günlük hareketleri sırasında çevrenin üstünde bulundukları sırada görülebilirler, çevrenin altında iken görülemez.

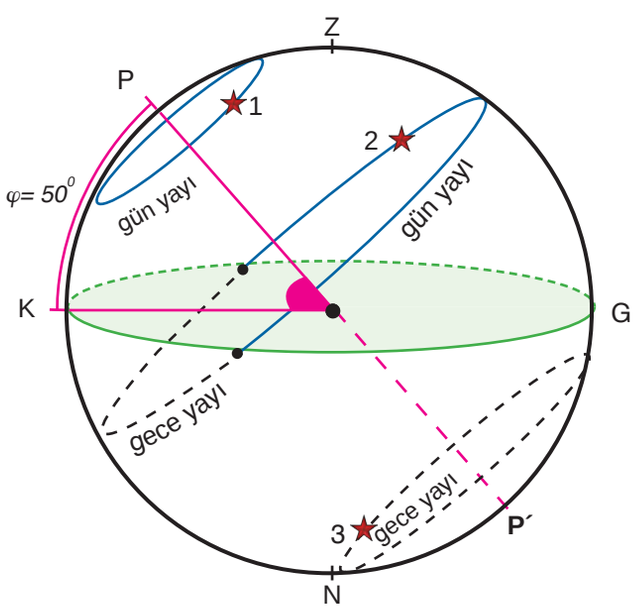
Yandaki şekilde $\varphi = 50^{\circ}$ olan bir gözlem yeri için temsilî gök küresi çizimi verilmiştir.

Gözlemci 1, 2 ve 3 nolu yıldızları gözlemlemek istediğinde:

1. yıldız, daima çevreninin üstünde olduğundan bütün gece boyunca gözlemlenebilecektir. Bu yıldızlara "batmayan yıldızlar" denir.

2. yıldız, çevrenin üstünde olduğunda gece boyunca gözlemlenebilirken çevrenin altına geçtiği saatlerde gözlemlenemeyecektir. Bu yıldızlara "doğup batan yıldızlar" denir.

3. yıldız, daima çevrenin altında kaldığından hiçbir zaman gözlemlenemeyecektir. Bu yıldızlara da "doğmayan yıldızlar" denir.



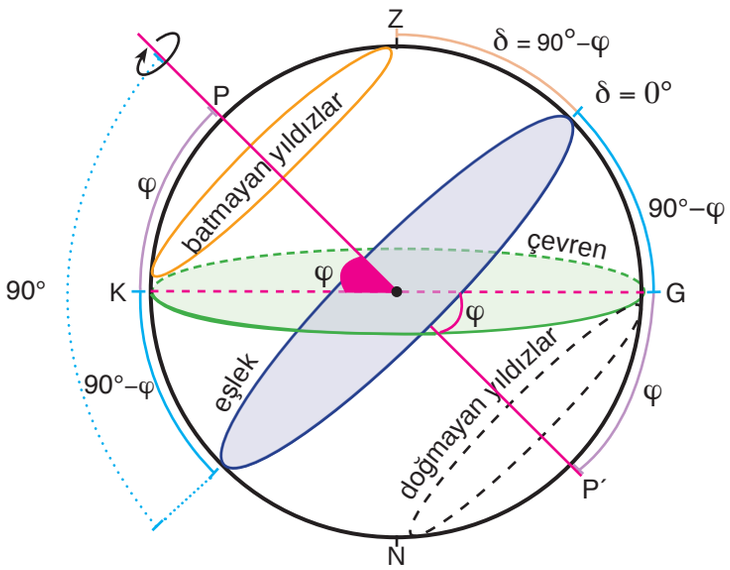
Bir yıldızın batmayan, doğup batan ya da doğmayan yıldız olması hem yıldızın dik açıklığına hem de gözlem yerinin enlemine bağlıdır. Bir yerde batmayan yıldız başka bir gözlem yerinde doğup batan yıldız olabilir. Aşağıdaki şekli inceleyerek gözlem yerinin j enlemine bağlı olarak bir yıldızın batmayan yıldız veya doğmayan yıldız olma koşullarını elde edebiliriz.

$\delta > (90° - \varphi)$ olan yıldızlar hiç batmaz. Bu yıldızlar, φ enleminde bulunan bir gözlemci için batmayan yıldızlardır. δ büyüdükçe yıldızların çizdiği yörüngeler, küçülerek kuzey kutbuna *(P)* doğru yaklaşır.

$\delta < -(90° - \varphi)$ olan yıldızlar, hiç doğmaz. Bu yıldızlar, φ enleminde bulunan bir gözlemci için doğmayan yıldızlardır.

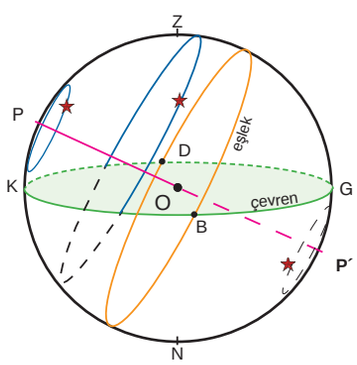
Sonuç olarak;

$-(90° - \varphi) < \delta < 90° - \varphi$ koşulunu sağlayan yıldızlar doğup batan yıldızlardır.

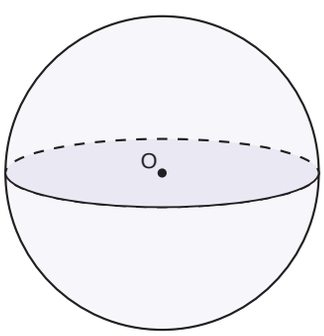


ETKİNLİK 3.11

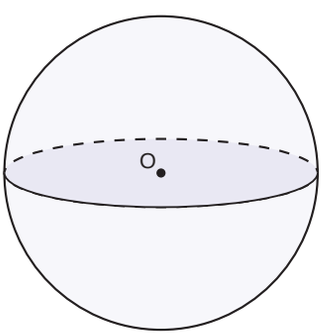
- Aşağıda $\varphi = 20^0$ enlemi için temsilî gök küresi çizilmiştir. Gök küresi üzerinde 3 farklı yıldızın günlük hareketleri belirtilmiştir.
- Aşağıdaki alanda $\varphi = 40^0$ ve $\varphi = 80^0$ enlemleri için temsili gök küreleri çiziniz.
- Verilen enlemlerde günlük hareketi boyunca daima çevrenin üzerinde kalan , çevrenin altına inip çıkan ve daima çevrenin altında kalan üç farklı yıldız gösteriniz.
- Belirlediğiniz yıldızların tahmini dik açıklık değerlerini yazınız.



$\varphi = 20^0$



$\varphi = 40^0$



$\varphi = 80^0$

- Bir yıldızın çevrenin altına inip çıkmasında dik açıklığı ile gözlem yerinin enlemi arasında nasıl bir ilişki vardır?

PERFORMANS

Bulunduğunuz yerin enlemini düşünerek görsel 3.30'daki gibi plastik bir top üzerine ispirtolu kalemle çevren, eşlek ve tutulumu çiziniz. Zenit, nadir, gök uçlakları ve Kutup Yıldızı'nı işaretleyiniz.

Bu işaretlemeler sonucu gök küre üzerindeki üç farklı düzlemin birbirine göre anlık konumu nasıl olur ?

Görsel 3.30 Plastik top.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi gök küresinin temel ögelerinden biri değildir?

A) Çevren B) Eşlek C) Zenit D) Öğlen çemberi E) Takımyıldız

2. Kutup Yıldızı'nı belirlemede, aşağıdaki takımyıldızlardan hangisinden faydalanılır?

A) Küçükayı B) Büyükayı C) İkizler D) Aslan E) Avcı

3. Kutup Yıldızı'nın çevren yüksekliği, gözlem yerinin hangi konsayısına eşittir?

A) Dik açıklık B) Sağ açıklık C) Saat açısı D) Enlem E) Boylam

4. Kutup yıldızının tam zenit noktasında olduğu gözlem yerinin enlemi kaç derecedir?

A) 0 B) 30 C) 45 D) 60 E) 90

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Takımyıldızlarının yerinin bilinmesinin astronomlar açısından yararları nelerdir?

2. Kuzey kutup noktasındaki bir gözlemci için temsilî gök küresini çiziniz.

3. Yaşadığınız şehir için hiç batmayan ve hiç doğmayan yıldızların dik açıklıklarının alabileceği değer aralığını hesaplayınız.

4. Eşlek düzlemi ile bir gözlemcinin çevren düzlemi hangi noktalarda kesişir?

5. Yıldızların eşlek konsayıları yıl içerisinde hemen hemen sabittir. Aynı durum Güneş'in eşlek konsayıları için de geçerli midir? Açıklayınız.

C. Aşağıdaki ifadelerde boş bırakılan yerlere en uygun sözcük ya da sözcük öbeklerini yazınız.

1. Gök küreyi parselleyen takımyıldızların sayısı ……..

2. …….. kon düzeneği yıldızların kataloglanmasında kullanılamaz.

3. Gökyüzündeki bütün …… aynı uzaklıktaymış gibi görülür.

4. Bir küresel kon düzeneğinin temel düzlemi olarak …… merkezinden geçen herhangi bir düzlem alınabilir.

D. Aşağıdaki yargıları inceleyiniz. Doğru olan yargıların başına "D", yanlış olan yargıların başına "Y" yazınız.

1. ( ) Gökyüzüne baktığımızda aynı bölgede gördüğümüz yıldızlardan daha parlak olanı en büyüktür.

2. ( ) İnsan gözü çok uzak ve çok küçük cisimlerin uzaklıklarını karşılaştırmada yetersiz kalır.

3. ( ) Yıldızlar, bulundukları takımyıldızında parlaklıklarına göre adlandırılır.

4. ( ) Gün yayının ölçüsü, gök cisminin görülebilirlik süresidir.

E.

1. Astronomide kullanılan küresel kon düzeneklerinin özelliklerine ilişkin olarak aşağıda verilen tablodaki boşlukları doldurunuz.

Kon Düzeneği	Temel Düzlem	Başlangıç Yarı Çemberi	Yatay Açının Adı ve Sembolü	Düşey Açının Adı ve Sembolü
Çevren		Güney noktası		
Eşlek			Sağ açıklık (α)	
Tutulum	Tutulum düzlemi			

2. Aşağıdaki tabloda enlemleri verilen gözlem yerlerinde, dik açıklığı verilen yıldızlar için uygun olan durumu işaretleyiniz.

GÖZLEM YERİNİN ENLEMİ	YILDIZIN DİK AÇIKLIĞI	DURUMU
0°	+30°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
10°	-20°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
20°	-40°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
30°	+10°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
40°	-80°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
50°	+50°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
60°	+75°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
70°	+20°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
80°	-60°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız
90°	-30°	❑ Doğmayan yıldız ❑ Batmayan yıldız ❑ Doğup batan yıldız

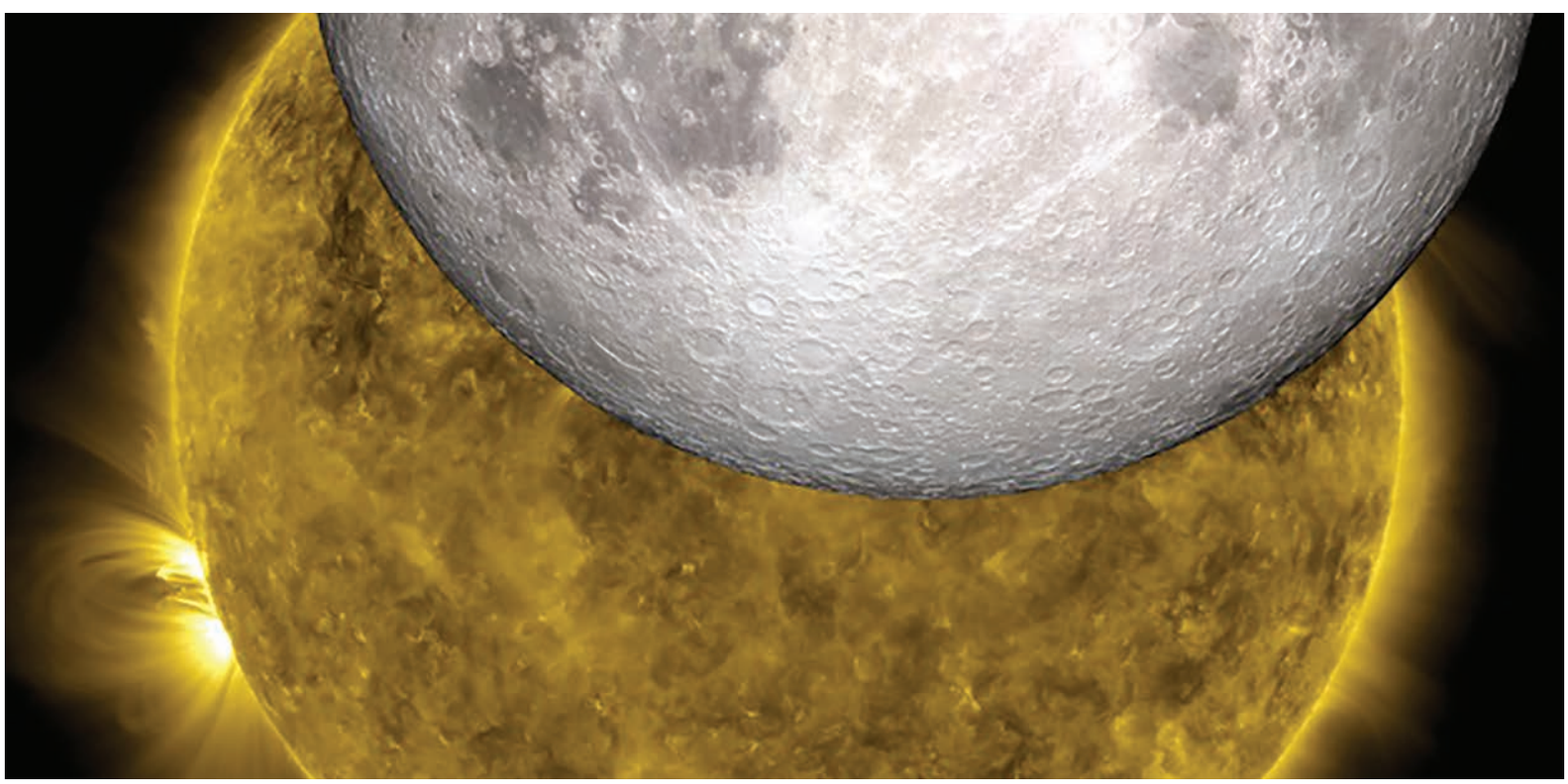
3.Tabloda verilen şehirlerin coğrafi enlem ve boylamlarını araştırarak ilgili yerlere yazınız.

ŞEHİRLER	ENLEM	BOYLAM
Ankara		
Lefkoşa		
Londra		
Sidney		
Bogota		
Rio		

AY VE GÜNEŞ'İN GÖRÜNÜR HAREKETİ

4. ÜNİTE

- Güneş'in Görünür Hareketi
- Ay'ın Görünür Hareketi ve Evreleri
- Ay ve Güneş Tutulması



Görsel 4.1 Güneş ve Ay.

4. ÜNİTE
AY VE GÜNEŞ'İN GÖRÜNÜR HAREKETLERİ

4.1. GÜNEŞ'İN GÖRÜNÜR HAREKETİ

5N 1K

STONEHENGE

Yeryüzündeki en eski tarihî kalıntılardan biridir (Görsel 4.2). 32 metre çapında çember şeklindedir. Binlerce yıldır sırlarla dolu bir şekilde öylece durmaktadır. Stonehenge'in (Stonhenç) tarihi bundan 5 bin yıl öncesine dayanır. Gizemli olarak gördüğümüz bu kalıntıların bir gök bilim rasathanesi olduğu düşünülmektedir.Yüzyıllar sonra işaret taşlarının dış halka etrafında hareket ettirilmesiyle Stonehenge'in tutulmaları önceden tahmin etmek amacıyla kullanıldığı hesaplanmıştır.

Görsel 4.2 Stonehenge-İngiltere.

Güneş de diğer gök cisimleri gibi günlük harekete katılır. Güneş'in gökyüzü üzerinde yıl boyunca gezindiği yer çizgisel bir çemberdir. Bu çizgisel çembere "tutulum çemberi", bu çemberin düzlemine de "tutulum düzlemi" denmektedir.

Güneş yaklaşık 365,25 günde 360° yol katederek tutulum çemberinde bir tam tur atmış olur. Bir günde aldığı yol ise $\frac{360°}{365,25} \cong 0°,986$'dir. Bunun zamansal karşılığı ise 3'56" dir. Gök cisimleri günlük hareketlerini 24 saatte ya da 1440 dakikada tamamlar. Bu sürede 360° yol katetmiş olurlar. Buna göre 1° lik yolu 4 dakikada alırlar.

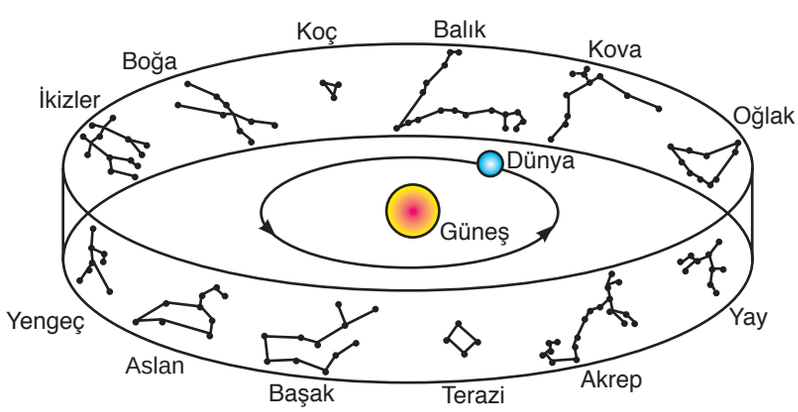
Güneş, tutulum üzerinde yıldızlara göre her gün yaklaşık 1° (3'56" ≅ 4') doğuya doğru kayar. Bu harekete Güneş'in görünür yıllık hareketi denmektedir. Eşlekte bulunan ve sabaha karşı doğan bir yıldız düşünelim: Gözlem yaptığımız gün Güneş, yıldızdan $4^{sa}\,36^{dk}$ sonra doğmuş olsun. İkinci gece (Güneş'in günlük kayma miktarını 4' alırsak) 4 saat 40 dakika, üçüncü gece 4 saat 44 dakika sonra doğacaktır. Bu nedenle yıldızın gözlenebilme süresi de sürekli değişecektir.

Yıldızların hepsi Güneş'e göre her gün yaklaşık 1° batıya doğru kayar. Güneş sisteminin üyelerini hariç tutarsak bütün gök küresi, Güneş'e göre her gün yaklaşık 1° batıya doğru döner. Bunun bir sonucu olarak gökyüzünün görünümü her gün değişmektedir. Yazın gördüğümüz yıldızları kışın göremeyiz. Bu nedenle yaz aylarında gözlemlenebilen yıldızlara "yaz yıldızları", kış aylarında gözlemlenebilen yıldızlara "kış yıldızları" adı verilir.

Güneş'in bir yıl boyunca görünür hareketi gökyüzü desenine göre işaretlenirse bir yıl içerisinde her ay bir takımyıldızı olmak üzere toplam 12 farklı takımyıldızından geçtiği görülür. Tutulum düzlemi civarında yer alan bu 12 takımyıldızına "burçlar" adı verilir.

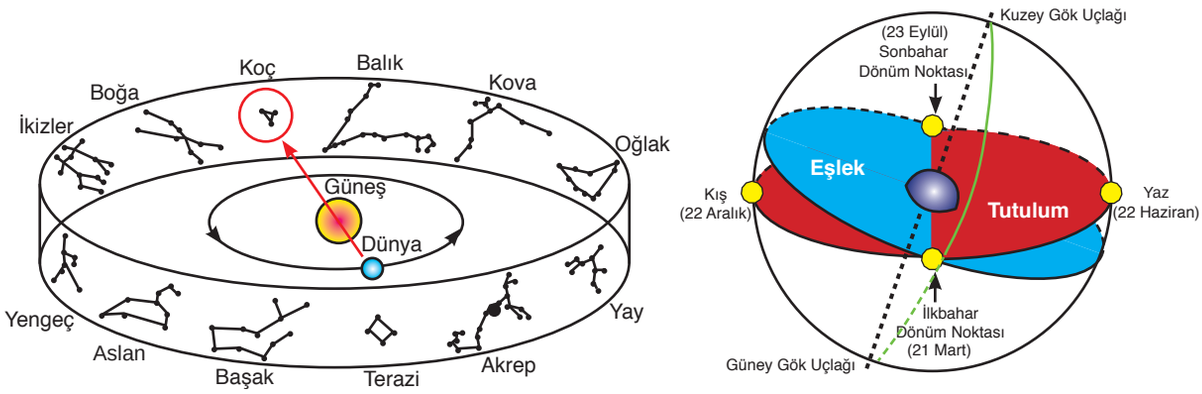
Burç Takımyıldızları

Oğlak Takımyıldızı,
Kova Takımyıldızı,
Balık Takımyıldızı,
Koç Takımyıldızı,
Boğa Takımyıldızı,
İkizler Takımyıldızı,
Yengeç Takımyıldızı,
Aslan Takımyıldızı,
Başak Takımyıldızı,
Terazi Takımyıldızı,
Akrep Takımyıldızı,
Yay Takımyıldızıdır.



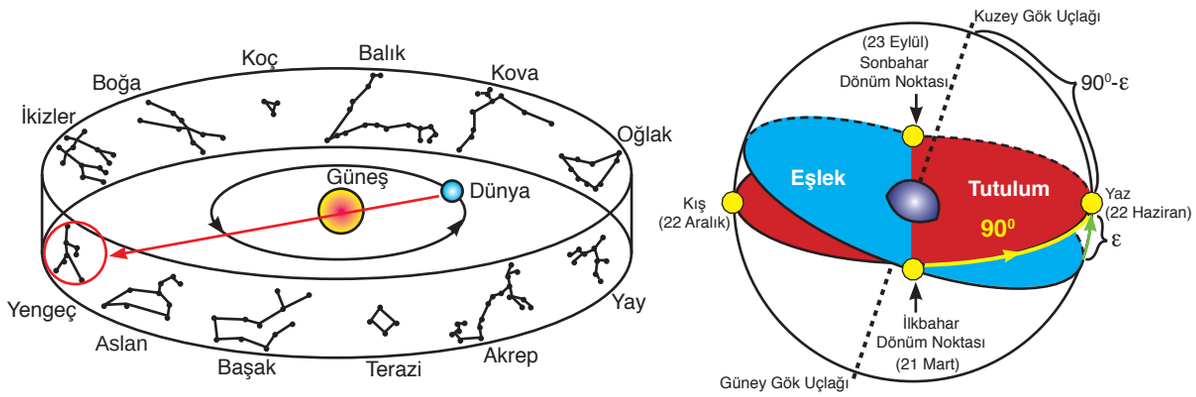
Astronomi için önemli olan 21 Mart, 22 Haziran, 23 Eylül ve 22 Aralık tarihlerinde Güneş'in bulunduğu yerleri (takımyıldızlar) ve Güneş'in bu anlardaki eşlek kon sayılarını inceleyelim:

21 Mart- 20 Nisan tarihleri arasında Güneş, Koç takımyıldızındadır.



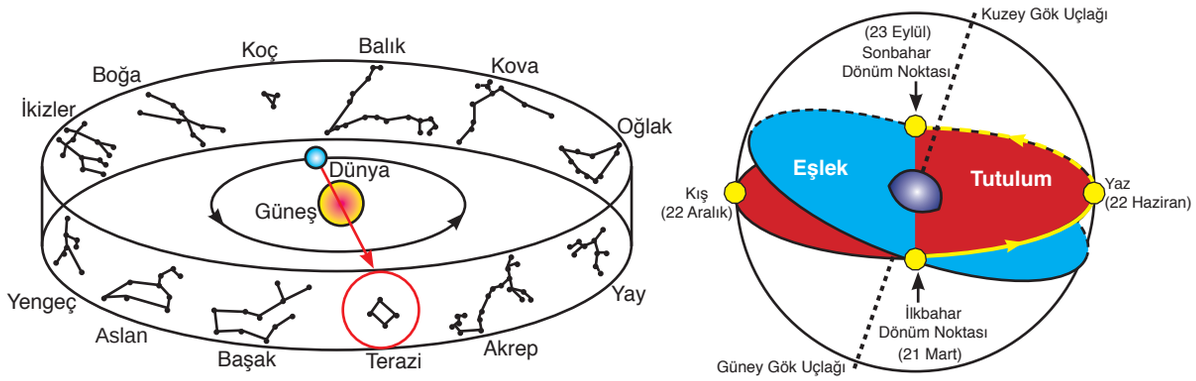
Güneş'in 21 Mart tarihindeki konsayıları: $\alpha = 0^{sa}$, $\delta = 0^{\circ}$ dir.

22 Haziran - 22 Temmuz tarihleri arasında Güneş, Yengeç takımyıldızındadır.



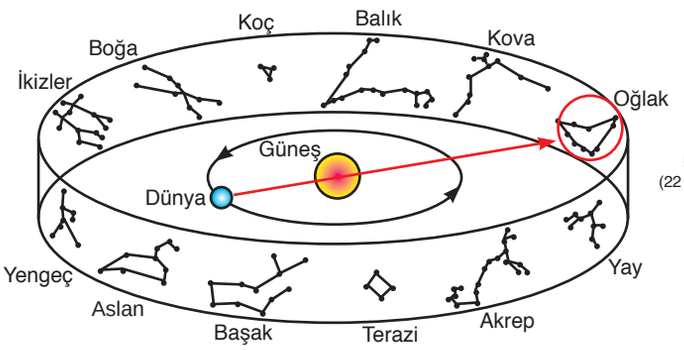
Güneş'in 22 *Haziran* tarihindeki konsayıları: $\alpha = 6^{sa}$, $\delta = \varepsilon = 23^{\circ}\ 27'$ dır.

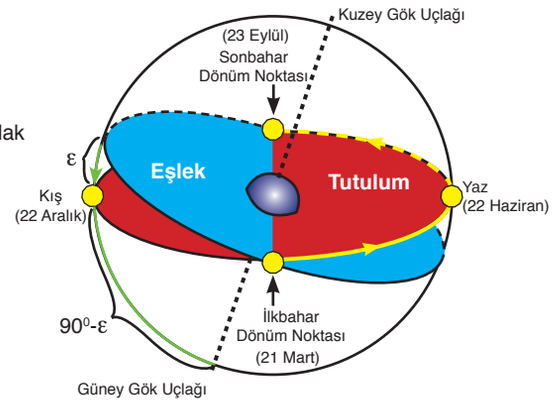
24 Ağustos- 23 Eylül tarihleri arasında Güneş, Terazi takımyıldızındadır.



Güneş'in 23 Eylül tarihindeki konsayıları: $\alpha = 12^{sa}$, $\delta = 0^{\circ}$ dir.

22 Aralık- 20 Ocak tarihleri arasında Güneş, Oğlak takımyıldızındadır.

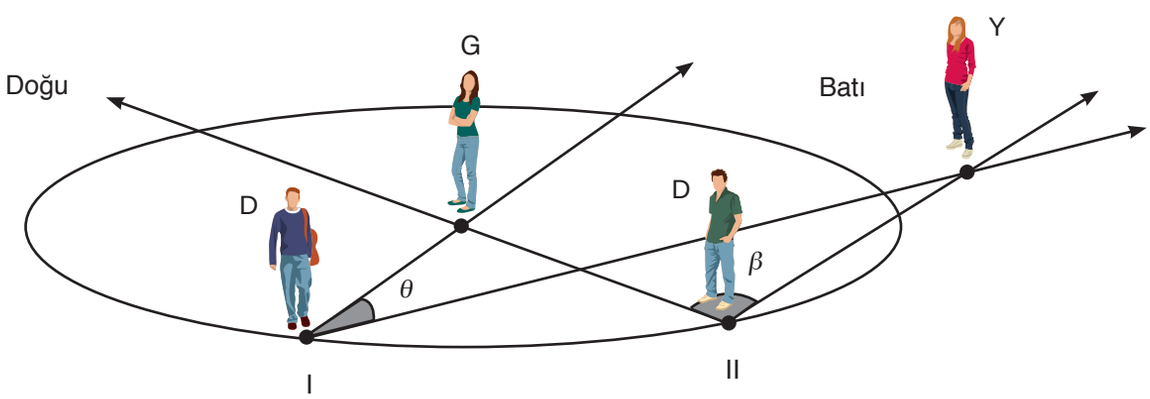




Güneş'in 22 Aralık tarihindeki konsayıları: $\alpha = 18^{sa}$, $\delta = -\varepsilon = -23^{\circ}\ 27'$ dır.

ETKİNLİK 4.1

- Sınıf ya da bahçede bir çember çiziniz.
- Bir kişi Güneş'i temsilen çemberin merkezinde, ikinci kişi Dünya'yı temsilen çemberin üzerinde ve üçüncü kişi de herhangi bir yıldızı temsilen çemberin dışındaki uzak bir noktada durur.



- Dünya'yı temsil eden öğrenci I konumundan, II konumuna kendi etrafında dönerek gelir.
- Birinci konumdaki θ açısı ile ikinci konumdaki β açısını ölçünüz.
- θ açısı ile β açısı arasındaki farkı bulunuz.
- I konumunuzdan, II konumunuza geçerken kendi ekseniniz etrafında kaç dönme hareketi yaptığınızı sayınız.
- Açı farkını dönme sayısına bölünüz.
- Her dönme hareketi başına, G noktasında Güneş'i temsil eden öğrencinin doğuya doğru kaç derece kaydığını belirleyiniz.

4.1.1. GÜNEŞ'İN EŞLEK KON SAYILARI

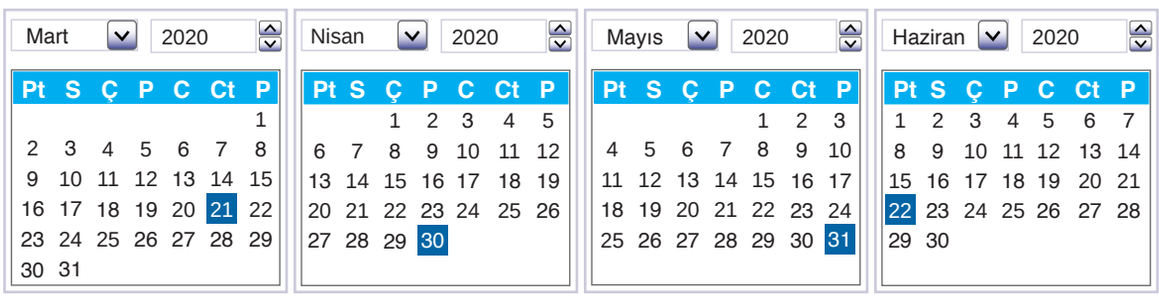
Güneş'in eşlek kon sayılarının günlük ortalama değişim miktarlarını aşağıdaki örnekler üzerinde inceleyiniz.

ÖRNEK 4.1

Güneş'in yıllık hareketi sırasında α ve δ'nın her gün kabaca ne kadar değişeceğini hesaplayınız.

ÇÖZÜM

21 Mart tarihinden 22 Haziran tarihine kadar 94 gün vardır.



Mart 2020

Pt	S	Ç	P	C	Ct	P
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Nisan 2020

Pt	S	Ç	P	C	Ct	P
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Mayıs 2020

Pt	S	Ç	P	C	Ct	P
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Haziran 2020

Pt	S	Ç	P	C	Ct	P
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

11 + 30 + 31 + 22 = 94 gün vardır.

Güneş'in eşlek konsayılarında günlük ortalama değişim değerleri,

21 Mart'ta Güneş için $\alpha = 0$ saattir.

22 Haziran'da Güneş için $\alpha = 6$ saat $= 360$ dakikadır.

94 günde α değeri ⇨ 360 dakika değişirse
1 günde α değeri ⇨ ne kadar değişir?

α daki günlük değişim: $\frac{360}{94} \cong 3{,}83$ dakika olur.

21 Mart'ta Güneş için $\delta = 0^\circ$dir.
22 Haziran'da Güneş için $\delta = 23^\circ\ 27' = 23^\circ{,}45$'dir.

94 günde δ değeri ⇨ $23^\circ{,}45$ değişirse
1 günde δ değeri ⇨ ne kadar değişir?

δ daki günlük değişim: $\frac{23{,}45}{94} = 0^\circ{,}2495 \cong 15'$ olur.

Güneş için,

α daki ortalama günlük değişim $\Delta\alpha = 3{,}83$ dakikadır.

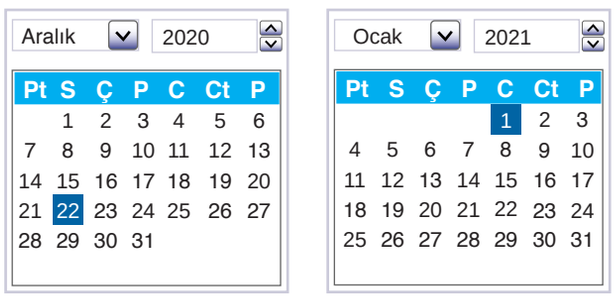
δ daki ortalam günlük değişim $\Delta\delta = 0^\circ{,}2495$'dir.

ÖRNEK 4.2

1 Ocak'ta Güneş'in eşlek konsayıları yaklaşık olarak kaç derecedir?

ÇÖZÜM

22 Aralık'ta Güneş için α = 18 sa, δ = -23° 27' dır. 22 Aralık'tan 1 Ocak tarihine kadar 11 gün vardır.



10 + 1 = 11 gün vardır.

1 Ocak'ta Güneş'in α değeri 22 Aralık'taki α değerinden,

11·3,83 dakika = 42,13 dakika fazladır.

α = 18 saat + 42,13 dakika = 18 sa 42 dk 13 s'dir.

1 Ocak'ta Güneş'in δ değeri 22 Aralık'taki δ değerinden,

11·0°,2495 = 2°,7445 = 2° 44' 40" fazladır.

δ = -23° 27' + 2° 44' 40" = -20° 42' 20" dir.

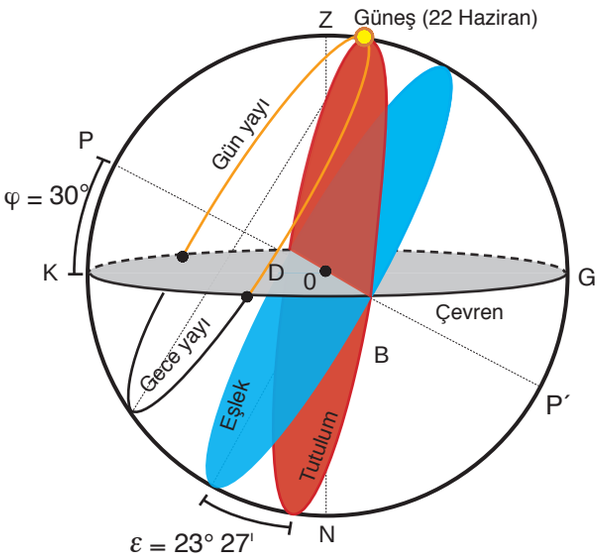
ETKİNLİK 4.2

- Güneş'in sağ açıklığındaki (α) bir günlük değişim ortalama 3,83 dakika ve Güneş'in dik açıklığındaki (δ) bir günlük değişimi de ortalama 0°,2495'dir. Aşağıdaki tabloda belirtilen tarihler için Güneş'in eşlek konsayılarını hesaplayınız ve tabloyu tamamlayınız. Hesaplamalarınızda Güneş'in 21 Mart, 22 Haziran, 23 Eylül ve 22 Aralık tarihlerindeki eşlek konsayılarını kullanınız.

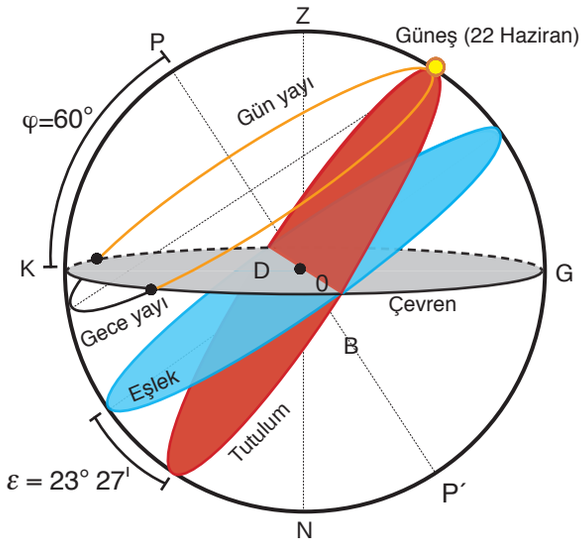
TARİH	GÜNEŞ'İN SAĞ AÇIKLIĞI (α)	GÜNEŞ'İN DİK AÇIKLIĞI (δ)
30 Ocak		
14 Şubat		
23 Nisan		
19 Mayıs		
30 Haziran		
15 Temmuz		
30 Ağustos		
9 Eylül		
29 Ekim		
10 Kasım		

- Tablodaki hesaplanan değerleri inceleyiniz. Mevsimlere göre dik açıklığın nasıl değiştiğini belirleyiniz.

Aynı tarihte farklı enlemlerde Güneş'e ait gün ve gece yaylarını inceleyelim:



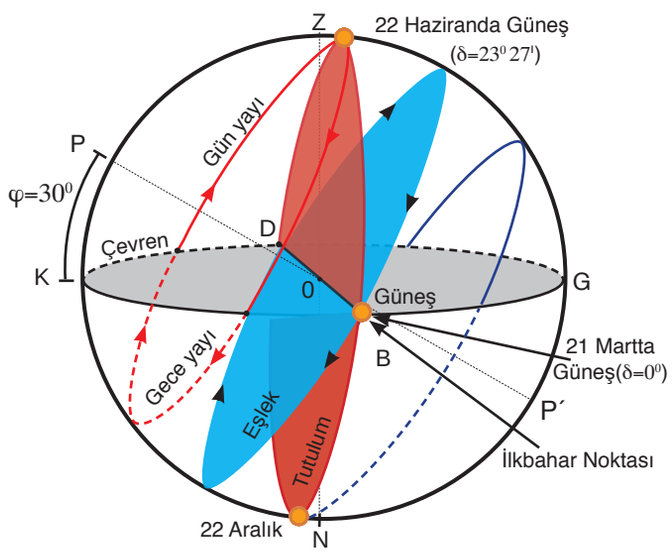
22 Haziran tarihinde $\varphi = 30°$ olan yerde Güneş'in günlük hareketi



22 Haziran tarihinde $\varphi = 60°$ olan yerde Güneş'in günlük hareketi

Güneş'in dik açıklığı pozitif iken (21 Mart ile 23 Eylül tarihleri arasında) kuzey yarım kürede daha yüksek enlemlere gidildikçe Güneş'in gün yayının uzunluğu (gündüz süresi) artmakta, gece yayının uzunluğu (gece süresi) ise azalmaktadır.

Kuzey yarım küredeki bir gözlem yerinde farklı tarihlerde gün ve gece sürelerini inceleyelim:



Güneş farklı tarihlerde farklı dik açıklık değerlerine sahiptir. Yukarıdaki şekil incelendiğinde 21 Mart ve 23 Eylül'de gece ile gündüz sürelerinin birbirine eşit olduğu, 22 Aralık'ta en uzun gece dolayısıyla en kısa gündüz, 22 Haziran'da ise en uzun gündüz ve en kısa gece yaşanacağı anlaşılır.

Güneş'in **22 Haziran** tarihindeki dik açıklığı $\delta = \varepsilon = 23° 27'$ dır.

Güneş'in **22 Aralık** tarihindeki dik açıklığı $\delta = -\varepsilon = -23° 27'$ dır.

Gök cisimleri için batmama koşulu $\delta > (90^\circ - \varphi)$ olduğunu biliyoruz. Buna göre 22 Haziran'da,

$23^\circ 27' > 90^\circ - \varphi$

$23^\circ,45 > 90^\circ - \varphi$

$\varphi > 66^\circ,15$ olan enlemlerde Güneş hiç batmayacaktır.

Gök cisimleri için doğmama koşulu $\delta < -(90^\circ - \varphi)$ olduğunu biliyoruz. Buna göre 22 Aralık'ta,

$-23^\circ 27' < -(90^\circ - \varphi)$

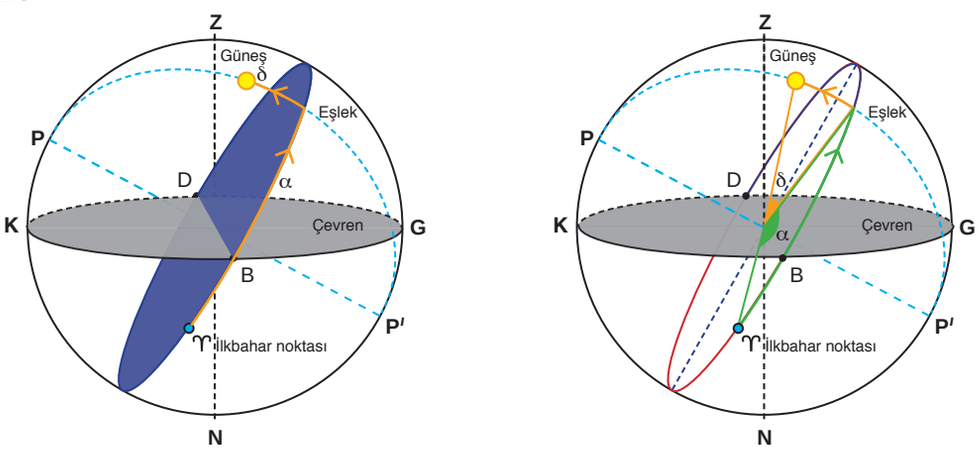
$-23^\circ, 45 < -90^\circ + \varphi$

$\varphi > 66^\circ,15$ olan enlemlerde Güneş hiç doğmayacaktır.

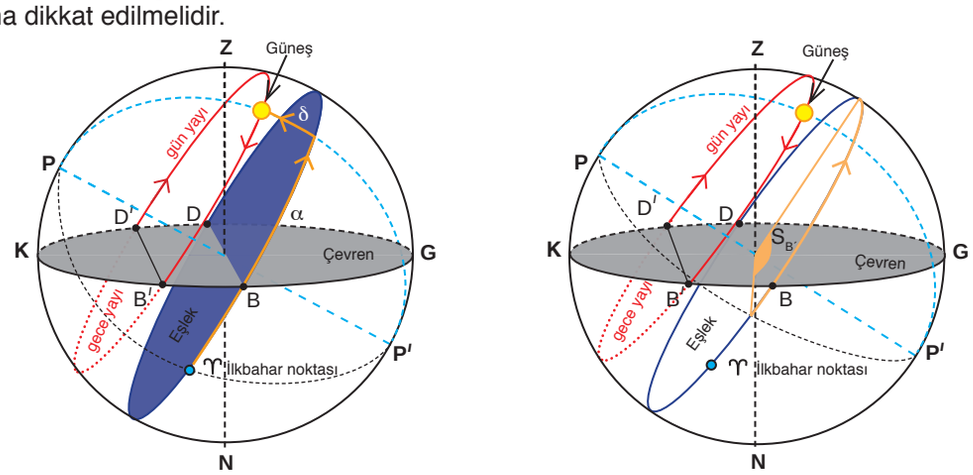
ÖRNEK 4.3

Temsilî çizimde Güneş'in eşlek konsayıları tahminî olarak α = 7 sa ve δ = 20° dir. Güneş'in bu tarihlerdeki gündüz ve gece sürelerini hesaplayınız.

ÇÖZÜM



Güneş'in günlük çemberi çizilmeli ve günlük çemberin doğma noktasından D' öğlen çemberine kadar olan kısmı ile öğlen çemberinden batma noktasına B' kadar olan kısmının simetri nedeniyle eşit olduğuna dikkat edilmelidir.



Temsilî çizimde Güneş'in batma anındaki (B' noktasında) saat açısı tahminî olarak (B' noktası ile B arası yaklaşık 1,5 saattir.) 6 sa + 1,5 sa = 7,5 sa alınabilir. Buna göre gündüz süresi de 2·7,5 sa = 15 sa olarak tahmin edilir.

Gece süresini bulmak için 24 saatten gündüz süresini çıkarmamız gerekir. Buna göre gece süresi, 24 sa -15 sa = 9 sa olarak hesaplanır.

ETKİNLİK 4.3

- Belirli tarihler için Güneş'in eşlek kon sayılarını ve bu tarihteki gün ve gece sürelerini tahmin ederek hesaplayabilmek için aşağıdaki tabloyu inceleyiniz.

Tarih	$\alpha_{\odot}$	$\delta_{\odot}$	Tahminî Gündüz Süresi	Tahminî Gece Süresi
21 Mart				
30 Nisan				
20 Kasım				
6 Eylül				
20 Şubat				
4 Temmuz				

- Tabloda verilen tarihler için Güneş'in eşlek kon sayılarını yaklaşık olarak hesaplayınız.
- Çizeceğiniz gök küresinde gerekli ölçümleri yaparak bu tarihler için gündüz ve gece sürelerini bulunuz.
- Sonuçları yapraklı takvimlerde yazan gün ve gece süreleri ile karşılaştırınız.

4.2. AY'IN GÖRÜNÜR HAREKETİ VE EVRELERİ

5N 1K

AY OLMASAYDI NE OLURDU?

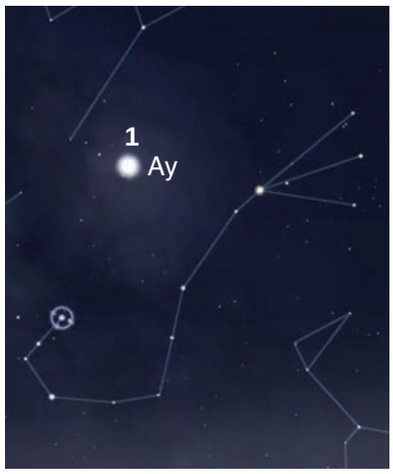
Ay (Görsel 4.3) olmasaydı Dünya'da yalnızca Güneş nedeniyle gelgit olacaktı. Dolayısıyla günler zamanla yine uzayacak fakat bu uzama şimdikine göre çok daha yavaş olacaktı. Yapılan hesaplamalar, eğer Ay olmasaydı günümüzde gün uzunluğunun yaklaşık olarak 8 saat civarında olacağını ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle Dünya kendi ekseni etrafında bugünküne göre yaklaşık olarak 3 kat daha hızlı dönecekti.

Bir gezegenin kendi ekseni etrafında daha hızlı dönmesi yüzeyindeki rüzgârların daha şiddetli esmesine yol açabilirdi. Bu nedenle Ay olmasaydı yeryüzünde doğu-batı yönlü rüzgarlar çok daha şiddetli; hava, kara ve denizler arasındaki ısı değişimi de daha hızlı olurdu.

Görsel 4.3 Ay.

Ay'ın Dünya üzerindeki bir başka etkisi de Güneş'ten gelen ışığı yansıtarak Dünya'nın aydınlanmasına ve bir miktar ısınmasına katkıda bulunmasıdır. Bu nedenle eğer Ay olmasaydı geceler daha karanlık ve yeryüzü bugünkünden biraz daha soğuk olurdu.

Ay uzay boşluğunda gezen göktaşlarına karşı bir kalkan vazifesini de görmektedir. Eğer Ay olmasaydı Dünya yüzeyine daha fazla göktaşı düşebilirdi.



Görsel 4.4 Ay'ın konumu.

Görsel 4.5 Ay'ın konumu.

Görsel 4.4 ve 4.5'te Ay'ın iki gün ara ile aynı yer ve aynı saatteki konumları gösterilmektedir. Bu hareket gözlem yeri için doğu yönlüdür.

ETKİNLİK 4.4

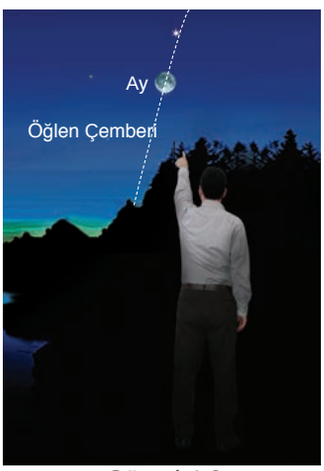
- Ay'ın öğlen çemberinizden (Gözlemcinin zenit, nadiri, kutup yıldızı ve Dünya'nın kutuplarından geçen hayalî çember yayı sizin için öğlen çemberidir.) geçişini gözlemlemek için yönünüzü güneye çeviriniz(Görsel 4.6).
- Ay'ın göründüğü gecelerde üç gün gözlem yapılacaktır. Birinci gün ayın öğlen çemberinden geçiş zamanını belirleyiniz.
- İkinci ve üçüncü günlerde bir günün geçiş zamanında gözlem yerinde hazır bulunun. Ay'ın öğlen çemberinden geçiş saatlerini tespit ederek aşağıdaki tabloyu tamamlayınız.

Günler	Öğlen Çemberinden Geçiş Zamanı (TBZ)	Günlük Gecikme Süresi (Günlük Doğuya Kayma Miktarı) (Zaman Dakikası)	Günlük Gecikme Süresi (Günlük Doğuya Kayma Miktarı) (Açı Derecesi)
1. Gün		---------	---------
2. Gün			
3. Gün			

TBZ : Türkiye Bölge Zamanı (kullandığımız saat)

- Ay'ın günlük kayma miktarını zaman dakikası olarak belirleyiniz.
- Ay'ın günlük kayma miktarını açı derecesi olarak belirleyiniz.

  Zaman dakikasını açı derecesine çevirirken $4^{dk} = 1°$ olduğunu hatırlayınız.
- İkinci ve üçüncü günlerde elde ettiğiniz günlük gecikme (kayma) sürelerinin ortalamasını alınız.
- Elde ettiğiniz sonucu arkadaşlarınızın sonuçlarıyla karşılaştırınız.
- Ay'ın hareketinin nedenini ve yönünü sınıfça tartışınız.

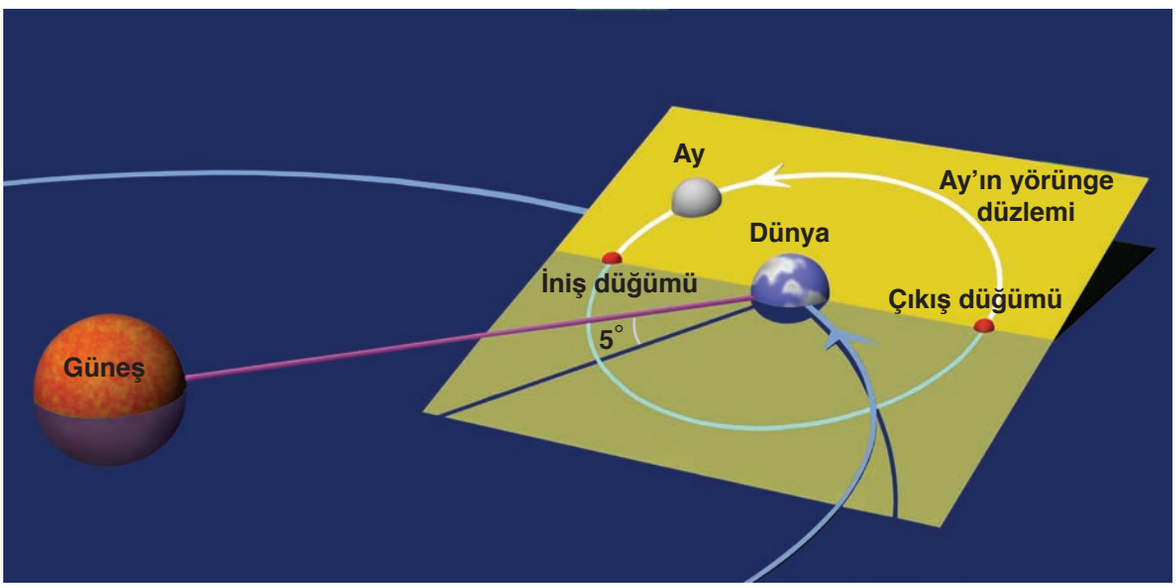


Görsel 4.6

4.2.1. Ay'ın Evreleri

Ay'ın görünürdeki hareketini izlemek Güneş'e göre daha kolaydır. Geceleri Ay'ın yerini yıldızlara göre her an belirleyebiliriz. Ay da Güneş gibi günlük harekete katılarak doğar ve batar. Ay'ın günlük hareket dışında bir de aylık hareketi vardır. Ay da tıpkı Güneş gibi yıldızlara göre her gün doğuya doğru kayar. Ay'ın doğuya doğru günlük kayma miktarı Güneş'in kayma miktarından çok daha büyüktür.

Ay'ın yörüngesi, Dünya'nın yörünge düzlemi (tutulum düzlemi) ile çakışık olmayıp iki düzlem arasında yaklaşık 5° lik açı vardır (Görsel 4.7). Bu nedenle Ay'ın dik açıklığı da tıpkı Güneş'inki gibi dönemli olarak değişmektedir.



Görsel 4.7 Tutulum düzlemi.

Ay'ın yörüngesi, tutulum düzlemini iki noktada keser. Ay, aylık hareketi sırasında tutulumun güneyinden kuzey tarafına geçerken rastladığı noktaya "çıkış düğümü" diğerine de "iniş düğümü" denir.

Zaman olarak "ay" kavramını düşündüğümüzde birden çok ay tanımı vardır.

Kavuşul Ay

Yeni ay evresinden ikinci yeni ay evresine değin geçen süre olup 29 gün 12 sa 44 dk 2,9 s veya 29,53058912 gündür.

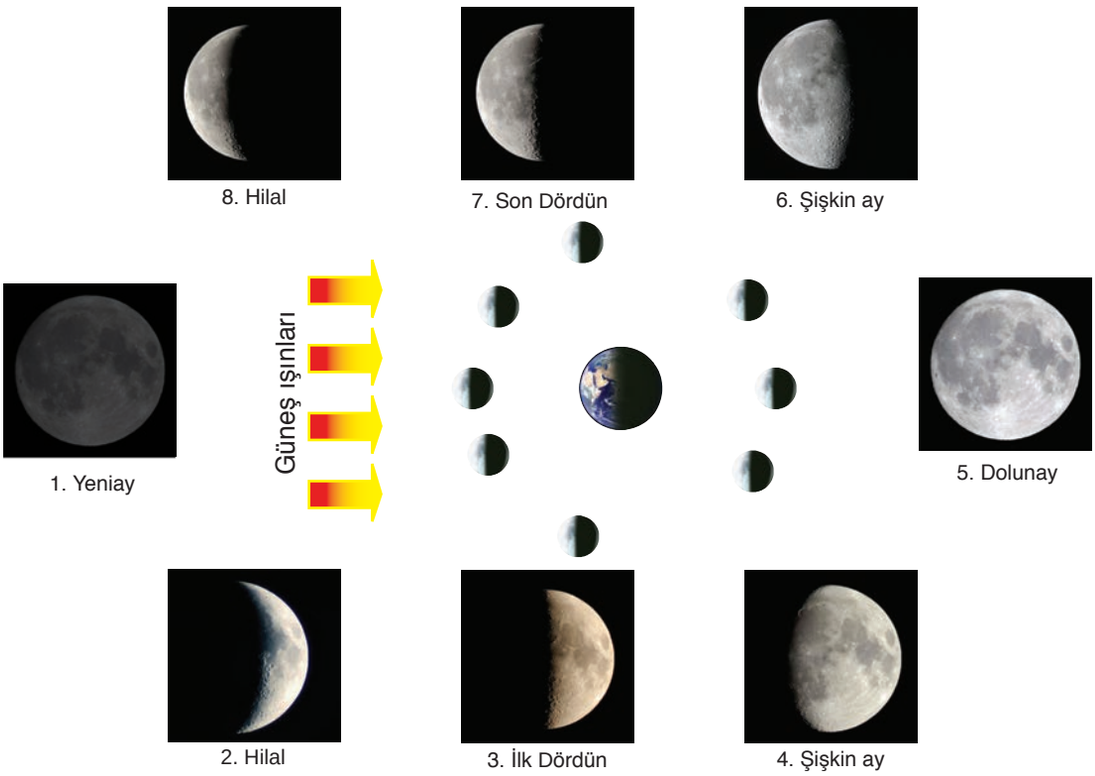
Yıldızıl Ay

Ay'ın yıldızlara göre yaptığı dolanma hareketinin dönemi (Dünya etrafındaki bir tam dolanma) olup 27 gün 7 sa 43 dk 11,5 s veya 27,3216608796 gündür.

Yıldızıl ay, Ay'ın kendi yörüngesindeki dolanma dönemidir. Ay'ın dönme dönemi de hemen hemen yıldızıl ay süresi kadardır. Bu nedenle Dünya'dan Ay'a baktığımızda daima Ay'ın aynı yüzünü görmekteyiz.

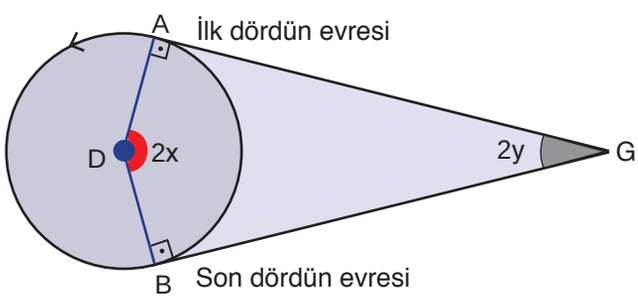
Dünya'dan bakan bir gözlemci için Ay diskinin görünüşü sürekli olarak değişmektedir. Ay'ın farklı görünümleri "evre" olarak adlandırılır (Görsel 4.8). Ay'ın belirli evreleri şunlardır: "yeni ay", "ilk dördün", "dolunay" ve "son dördün". Yeni ay evresinde Ay görülmez. İzleyen günlerde çok ince "hilal" şeklinde görünmeye başlar ve giderek hilal büyür ve ilk dördün evresinde yarım daire şeklinde görülür. Ay, dolunay evresinde daire şeklinde görülür.

Günlük hayatta süre olarak "ay" denince kavuşul ay kastedilir. İlk dördün evresinden, son dördün evresine geçen sürenin; son dördün evresinden, ilk dördün evresine kadar geçen süreden daha uzun olduğu anlaşılır. Bundan yararlanarak Ay ve Güneş'in göreli uzaklıkları ölçülebilir.



Görsel 4.8 Ay'ın evreleri.

Aşağıdaki şekilde *D*, Dünya'yı; *G* ise Güneş'i göstermektedir. *A* noktası, Ay'ın ilk dördün evresindeki; *B* noktası ise son dördün evresindeki konumudur. Ay, ilk dördünden son dördüne *t* sürede varsın. Bu durumda son dördünden ilk dördüne de (29,53058912 – *t*) sürede varır. Ay'ın Dünya'ya uzaklığı d_A, Güneş'in Dünya'ya uzaklığı d_G olsun. Güneş'i Dünya'ya birleştirerek elde edeceğimiz ADG üçgeninden,

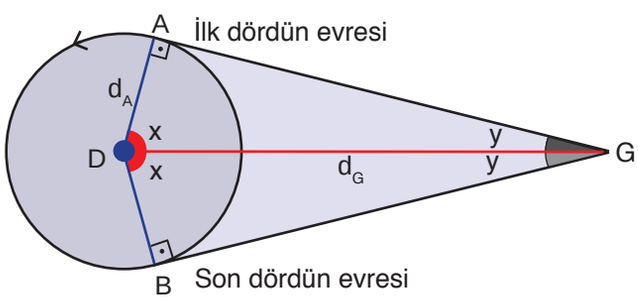


$$\cos x = \frac{d_A}{d_G}$$

$$d_G = \frac{d_A}{\cos x}$$

elde ederiz.

Son dördün evresinden ilk dördün evresine kadar geçen süre t_{BA} olsun. Ay, 360 dereceyi kavuşul ay yani 29,53058912 günde aldığından *x* açısının değeri,



$$2x = 360\ \frac{t_{BA}}{29{,}53058912}$$

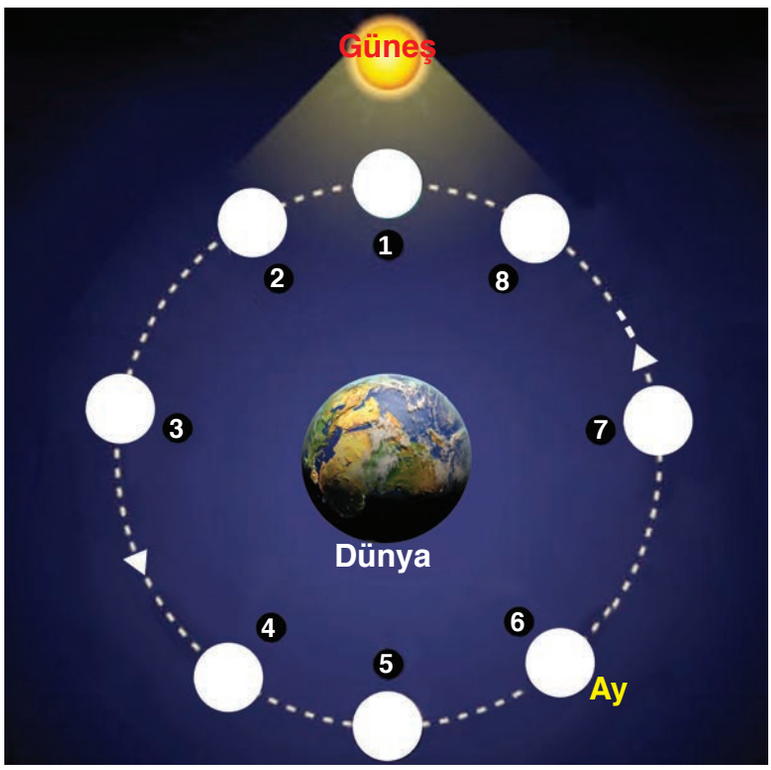
$$x = 180\ \frac{t_{BA}}{29{,}53058912}$$

olur.

Burada t_{BA} süresi gözlemle bulunan niceliktir. Böylece Ay'ın evreleri sayesinde Ay ve Güneş'in uzaklıklarını birbiriyle karşılaştırma olanağını elde ederiz.

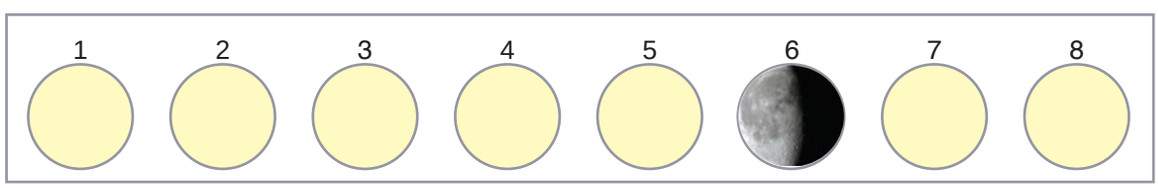
ETKİNLİK 4.5

- Ay'ın evreleri ve evre adları ile ilgili bilgilerimizi kullanmak için aşağıdaki görseli inceleyiniz.



Görsel 4.9

- Görselde farklı zamanlarda Güneş, Dünya ve Ay'ın yörüngesindeki Ay'a ait konumlar belirtilmiştir. Her bir konumda Ay'ın aydınlık ve karanlık kısımlarını gösteriniz ve bu konumlarda Dünya'dan bakıldığında Ay'ın nasıl göründüğünü aşağıdaki numaralandırılmış dairelerin içine çiziniz.



- Çizdiğiniz görünümlerden hangi numaranın hangi evre olarak adlandırıldığını ve Ay'ın bir önceki evreden bulunduğu evreye geçiş süresini tahmin ederek aşağıdaki tabloda verilen ilgili sütunlara yazınız.

Şekil No	Evre Adı ve Evre süresi (gün)
1	
2	
3	
4	
5	
6	Şişkin Ay, 3 gün
7	
8	

4.3. AY VE GÜNEŞ TUTULMASI

5N 1K

AY'IN KARANLIK YÜZÜ

NASA'ya (Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) ait uzay aracı, Ay'ın Dünya'dan görünmeyen diğer yüzünün (Görsel 4.10) şimdiye kadar çekilmiş en yakın görüntülerini elde etti.

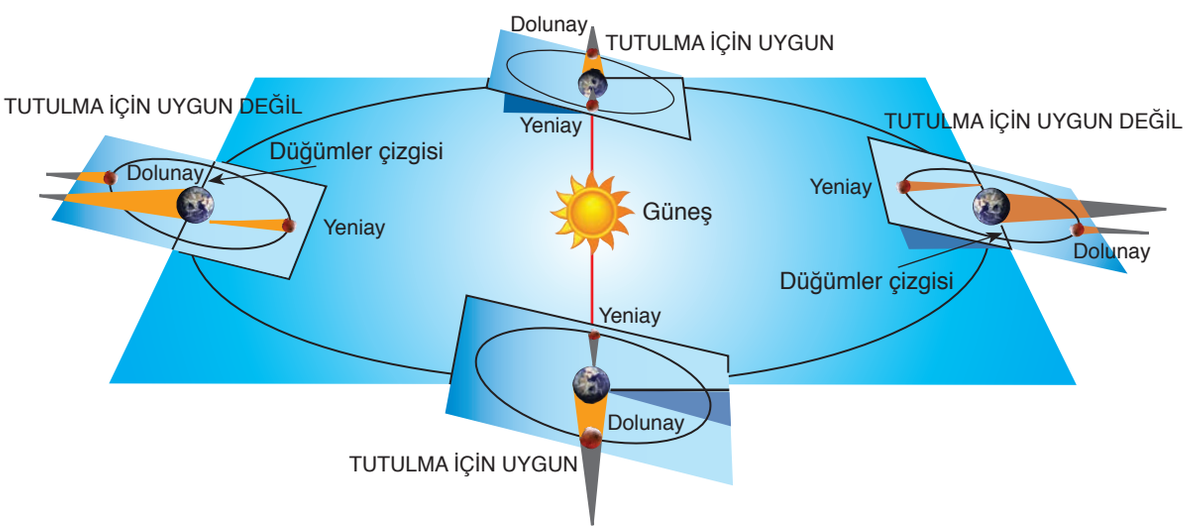
İnsanoğlu, yeryüzünden Ay'ın hep aynı yüzünü görüyor. Çünkü Ay'ın Dünya çevresindeki yörünge periyodu ile kendi çevresindeki bir tam turu eş zamanlı.

NASA'nın iki uzay aracı, Ay yüzeyini incelemek üzere 2011'in Eylül ayında uzaya fırlatıldı. GRAIL Ebb (Gril eb) aracı, 19 Ocak 2012'de Ay'ın karanlık yüzünün eşsiz fotoğraflarını çekti. NASA, 01 Şubat 2012'de konuyla ilgili 30 saniyelik bir görüntü yayınladı.

Görsel 4.10
Ay'ın karanlık yüzü.

4.3.1. AY TUTULMASI

Ay, Dünya etrafındaki yörüngesinde dolanırken uygun koşullar sağlandığında (Görsel 4.11) Dünya'nın arkasında kalır ve Güneş ışınları Dünya'nın engellemesi nedeniyle Ay yüzeyine düşemez. Bu durumda karanlıkta kalan Ay kısa süreli de olsa Dünya'dan görülemez olur. Bu olaya Ay tutulması adı verilir. Ay tutulmaları ancak dolunay evrelerinde olabilir. Ay yörüngesi tutulum düzlemi ile çakışık olmadığından her dolunay evresinde tutulma gözlenmez. Tutulmalar ancak düğümler çizgisi (Ay'ın Dünya etrafındaki ve Dünya'nın Güneş etrafındaki yörünge düzleminin ara kesit çizgisi) doğrultusunda meydana gelen dolunay evrelerinde olur.



Görsel 4.11 Ay tutulması için uygunluk durumları.

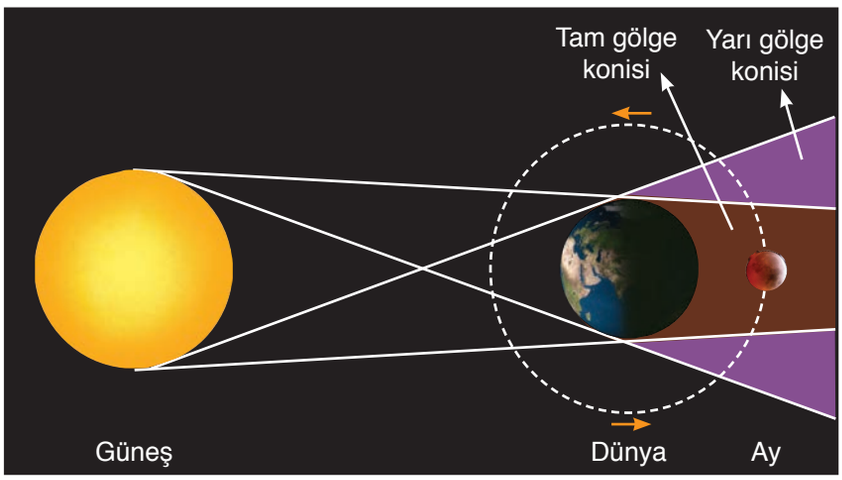
Tam, parçalı, gölgeli ve parçalı gölgeli olmak üzere dört tür ay tutulması vardır (Görsel 4.13).

Tam Ay Tutulması: Ay yuvarlağının tamamı Dünya'nın tam gölge konisinden geçtiğinde oluşan tutulmadır. Bu durumda Ay diskinin tamamı görünmez olur. Tam Ay tutulmaları bir saatten daha uzun sürebilir.

Parçalı Ay Tutulması: Ay'ın bir kısmı Dünya'nın tam gölge konisinden geçtiğinde oluşan tutulmadır. Bu durumda Ay diskinin yalnızca bir kısmı görülmez olur.

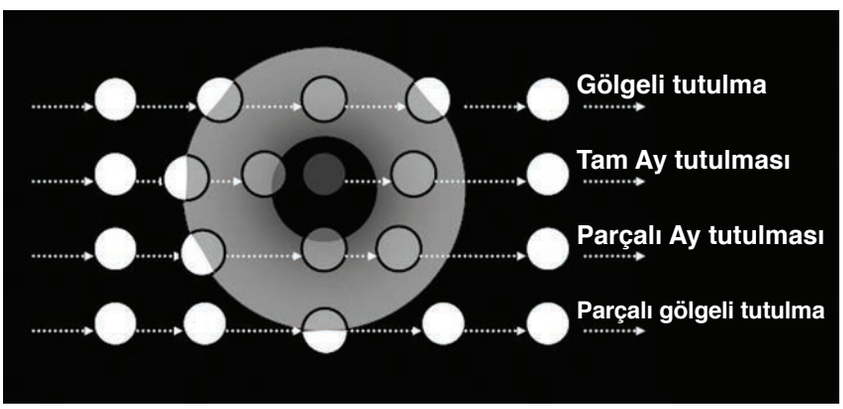
Gölgeli Ay Tutulması: Ay, Dünya'nın yarı gölge konisine tamamen girdiğinde oluşan tutulmadır. Bu anda Güneş'in sadece bir kısmından ışık alabildiği için Ay normalden daha sönük görülür.

Parçalı Gölgeli Ay Tutulması: Ay'ın bir kısmı Dünya'nın yarı gölge konisine girdiğinde oluşan tutulmadır. O anda Ay'ın yarı gölge konisi içinde kalan kısmı Güneş'in sadece bir kısmından ışık alabildiği için bu kısımlar normalden daha sönük görülür (Görsel 4.12).



Görsel 4.12 Ay tutulmasının şematik anlatımı.

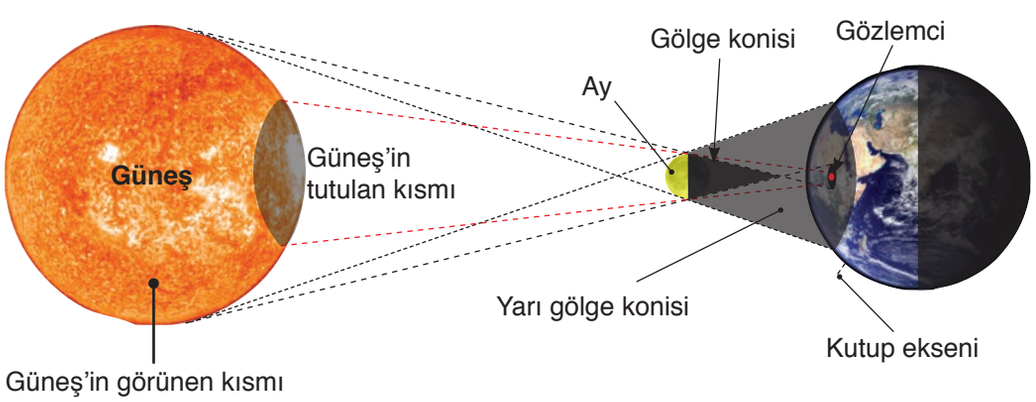
Tam Ay tutulması önce parçalı gölgeli tutulma ile başlar. Gölgeli tutulma, parçalı tutulma ve tam tutulma sırasında devam eder. Tutulma ters yönde devam ederek sona erer.



4.13 Farklı Ay tutulmaları.

4.3.2. GÜNEŞ TUTULMASI

Güneş tutulması, Ay yeniay evresindeyken Dünya ile Güneş arasında bulunduğu zaman gerçekleşir. Bu durumda Güneş yuvarlağı Ay tarafından kısmen ya da tamamen örtülerek tam, parçalı ya da halkalı Güneş tutulması meydana gelir (Görsel 4.14). Burada da belirtilmelidir ki her yeni ay evresinde güneş tutulması oluşmaz. Güneş tutulmalarının oluşabilmesi için yeni ay evresinin düğümler doğrultusunda veya onun yakınında olması gerekir. Güneş tutulması sırasında Ay'ın gölgesi yeryüzüne düşer. Bu sırada Dünya dönmeye devam ettiğinden dolayı Ay'ın gölgesi yeryüzünde belli bir yol izlemiş olur. Ay gölgesinin yeryüzünde izlemiş olduğu bu yola "tutulma çizgisi" denir.



Görsel 4.14
Güneş tutulmasının şematik gösterimi.

Görsel 4.15 Güneş.

Görsel 4.16 Ay.

Dünya'dan bakıldığında Ay ve Güneş'in açısal büyüklükleri hemen hemen eşittir. *R* yarıçaplı bir kürenin *d* uzaklıktaki (*d, R* olmak üzere) görünür yarıçapı θ'nın radyan biriminde

$$\theta\ (rad) = \frac{R}{d}$$

bağıntısıyla verildiğini biliyoruz. Ay'ın yarıçapı 1 737 km, uzaklığı 384 000 km, Güneş'in yarıçapı 696 000 km ve uzaklığı $149{,}6 \cdot 10^6$ km olduğuna göre Ay'ın görünür yarıçapı θ_A

$$\theta_A = \frac{1\,737}{384\,000} = 0{,}004523 \text{ rad} = 0{,}004523 \cdot 57{,}2658 \cong 0°{,}259 \text{ ve } 0°{,}259 = 0{,}259 \cdot 60 = 15',54$$

Güneş'in görünür yarıçapı ise,

$$\theta_G = \frac{696\,000}{149{,}6\ 10^6} = 0{,}00464 \text{ rad} = 0{,}00464 \cdot 57{,}2658 \cong 0°{,}266 \text{ ve } 0°{,}266 = 0{,}266 \cdot 60 = 15',96\text{'dır.}$$

Görüldüğü gibi yerden bakıldığında Ay ve Güneş hemen hemen aynı büyüklüktedir (Görsel 4.15 ve 4.16).

Tam Güneş Tutulması: Ay, Dünya etrafında Dünya da Güneş etrafında çember yörüngelerde değil; basıklıkları çok küçük de olsa elips şeklindeki yörüngelerde dolanmaktadır. Bundan dolayı hem Ay'ın Dünya'ya olan uzaklığı hem de Dünya'nın Güneş'e olan uzaklığı sürekli değişmektedir. Daha önce Ay ve Güneş'in yerden görünen ortalama büyüklüklerini vermiştik. Bu değerlerin ortalama değer olduğu, gerçekte hem Ay'ın hem de Güneş'in görünen büyüklüklerinin sürekli değiştiği unutulmamalıdır. Böylece Ay, bazen Güneş'ten daha büyük görünürken bazen de daha küçük görünür. Eğer Güneş tutulması anında Ay'ın görünür büyüklüğü Güneş'ten daha büyük ise bu durumda tam Güneş tutulması oluşabilir. Aksi durumda tutulma tam olamaz.

Ay tutulmasının oluşması için gerekli koşullar, Güneş tutulması için de geçerlidir. Buna göre bir tam Güneş tutulmasının oluşabilmesi için aşağıdaki koşullar birlikte sağlanmalıdır.

1. Ay yörüngesine ilişkin düğümler çizgisi ile Dünya-Güneş doğrultusu hemen hemen çakışık olmalıdır.

2. Ay'ın görünür çapı, Güneş'in görünür çapından büyük olmalıdır.

Görsel 4.17 Halkalı Güneş tutulması.

Halkalı Güneş Tutulması: Örtülme Güneş'in görünen büyüklüğünün Ay'dan daha büyük olduğu zamana denk gelirse tutulma halkalı tutulma şeklinde görülmektedir (Görsel 4.17).

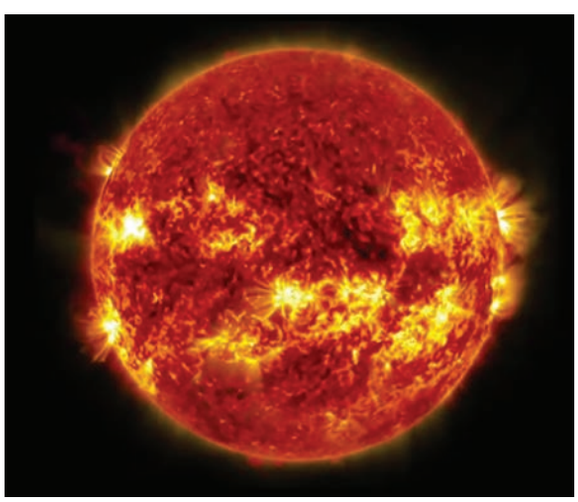
Parçalı Güneş Tutulması: Ay'ın yarı gölge konisine giren gözlem yerlerinden gözlenen Güneş tutulmaları parçalı güneş tutulması şeklindedir. Bu tutulmalarda Ay, Güneş'in yalnızca bir kısmını örter. Aslında hem tam hem de halkalı Güneş tutulmaları sırasında yeryüzünün belli bölgelerinde parçalı tutulmalar gözlenmektedir. Bütün tutulmaların parçalı tutulma evresi çok uzun sürmektedir.

Tam Güneş tutulması sırasında Ay'ın gölgesinin Dünya yüzeyi üzerinde izlediği yola "tam tutulma hattı" denir. Bu hattın uzunluğu 16 000 km, genişliği ise 160 km kadar olabilmektedir. Tam Güneş tutulmasını izleyebilmek için tutulma hattı üzerinde bir yerde bulunmanız gerekir. Ay tutulmasında Dünya'nın gölgesi Ay'ın tamamını perdeleyebilecek kadar büyük olduğu için Ay tutulması o anda gece olan her yerden gözlenebilir. Güneş tutulmasının tam tutulma kısmı ancak 1 - 4 dakika sürmektedir. Güneş'e tutulma anında bile çıplak göz ya da dürbünle bakmanın göz retinasının yanmasına neden olabileceği dolayısıyla göz sağlığımıza zarar verebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle Güneş tutulma gözlemleri sırasında mutlaka uygun filtreler kullanılmalıdır.

4.3.3. AY VE GÜNEŞ TUTULMASININ ÖNEMİ

Güneş'in ısı ve ışığı, doğrudan incelemeye imkân vermeyecek kadar fazladır. Tam Güneş tutulması (Görsel 4.18) sırasında Güneş'in tamamı Ay tarafından birkaç dakika için örtüldüğünden bu sırada yapılacak gözlemlerle Güneş'in dış atmosfer tabakaları, özellikle de koronasının yapısıyla ilgili bilgiler elde etmek mümkündür.

Görsel 4.18
Tam Güneş tutulması.

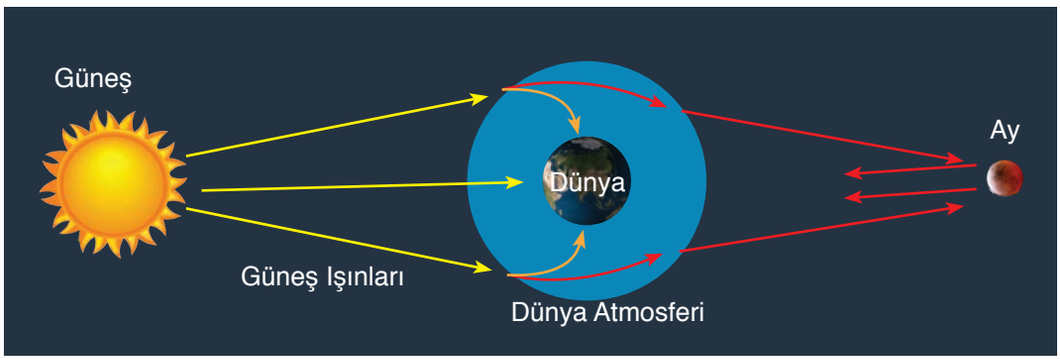


Görsel 4.19
Güneş yüzeyinde oluşan flare.

Güneş yüzeyinde oluşan patlamalarda (flare) tam tutulma anında daha iyi gözlemlenebilmektedir (Görsel 4.19). Bu nedenle tutulma anı gözlemleri Güneş'in yapısıyla ilgili daha ayrıntılı bilgiler vermektedir.

Tam Ay tutulması sırasında Ay, tamamen gözden kaybolmaz. Bunun yerine çok koyu bir kırmızı renk alır (Görsel 4.20). Bunun nedeni, Güneş ışınlarının yerküre atmosferinde kırılarak Ay'a ulaşmasıdır. En büyük kırılma mavi ışıkta olur. Bu nedenle Ay yüzeyine daha çok uzun dalga boylarındaki (kırmızı) ışık ulaşır. Dünya bir atmosfere sahip olmasaydı Ay tutulması sırasında ay hemen hemen hiç görülmezdi.

Ay tutulması sırasında yapılan gözlemlerden Ay'ın ısı haritası çıkarılarak yüzeyindeki maddenin niteliği belirlenebilmektedir.



Görsel 4.20 Tam ay tutulması.

Tam Ay tutulması sırasında Ay yüzeyinin bir miktar aydınlanmasının nedeni Dünya'nın Güneş ışınlarını eğmesidir.

ETKİNLİK 4.6

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Oyun hamuru, çeşitli boyda oyun topları, çıta, ışık kaynağı.

Görsel 4.21

Görsel 4.22

Görsel 4.23

Ay'ın yarıçapı	1 737 km ≅ 0,27 $R_{Dünya}$
Dünya'nın yarıçapı	6 400 km = 1 $R_{Dünya}$
Güneş'in yarıçapı	696 000 km ≅ 108,75 $R_{Dünya}$
Ay-Dünya uzaklığı	384 000 km = 60 $R_{Dünya}$
Dünya-Güneş uzaklığı	149 600 000 km = 23 375 $R_{Dünya}$

- Oyun hamuru ya da çeşitli boyutlardaki oyun topları kullanarak Ay ve Dünya modeli yapınız. (Modellerinizi yukarıdaki tabloda verilen bilgilere göre orantılı yapınız.)
- Ay ve Dünya modellerinizi sabitlemek için çıta kullanabilirsiniz.
- Işık kaynağı Güneş olmak üzere yukarıdaki tablodaki bilgileri göz önünde bulundurarak Dünya, Ay ve Güneş'i konumlandırınız.
- Ay tutulması için Dünya, Ay ve Güneş'in hangi konumlarda olması gerektiğine arkadaşlarınızla karar veriniz. Ay tutulmasını görsel olarak gerçekleştirmeye çalışınız.
- Oluşturduğunuz model ile Ay tutulmasının bir yılda kaç kez gerçekleşebileceğini belirleyiniz.
- Son 5 yılda gerçekleşen Ay tutulmalarının tarihlerini ve sayısını araştırınız. Bir yılda ortalama kaç Ay tutulması olduğunu hesaplayınız.
- Bir yıl içinde modeliniz ile gerçekleştirdiğiniz Ay tutulması sayısı ile ortalama gerçek Ay tutulması sayısını karşılaştırınız. Sonuçları tartışınız.
- Güneş tutulması için de yukarıda Ay tutulmasında yapılan adımları Ay yerine Güneş'i koyarak tekrar ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. 23 Temmuz-23 Ağustos tarihleri arasında Güneş, hangi takımyıldızındadır?

A) Başak B) Yengeç C) İkizler D) Aslan E) Oğlak

2. Herhangi bir yıldızın gün içinde izlediği yol, aşağıdakilerden hangisine paralel bir düzlemdedir?

A) Çevren B) Eşlek C) Tutulum D) Meridyen E) Öğlen çemberi

3. Eşlek ile tutulum arasında kaç derecelik açıklık vardır?

A) $27° 23^{l}$ B) $26° 27^{l}$ C) $25° 23^{l}$ D) $24° 23^{l}$ E) $23° 27^{l}$

4. Enlemi $\varphi = 50^{0}$ olan bir gözlem yerinde hiç gözlenemeyen yıldızların dik açıklığı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) $\delta < 40°$ B) $\delta < 50°$ C) $\delta > 40°$ D) $\delta < -40°$ E) $\delta > -40°$

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Görsellerdeki Güneş tutulmalarının türlerini altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

Görsel 4.24

.....

Görsel 4.25

.....

Görsel 4.26

.....

2. Güneş tutulması türlerinden hangisi astronomi açısından diğerlerine göre daha önemlidir. Neden?

3. Hangi tarihlerde Güneş'in dik açıklığı $\varphi = 0°$ dir?

4. Kuzey kutup noktasında bulunan bir gözlemci için temsilî gök küresini ve Güneş'in izlediği yolu çiziniz.

C. Aşağıdaki cümlelerde boş yerlere uygun sözcük ya da sözcük öbeklerini yazınız.

1. Tutulum düzleminde bulunan ..... "burç" denir.

2. 22 Haziran'da Güneş'in dik açıklığı .....derece, ... dakikadır.

3. Dik açıklığı hemen hiç değişmeyen yıldız .....

4. Tam Güneş tutulmasında ..... Güneş'i örter.

D. Aşağıdaki yargıları inceleyiniz. Doğru olan yargıların başına "D", yanlış olan yargıların başına "Y" yazınız.

1. ( ) Güneş yıldızlara göre her gün batı yönünde yaklaşık 1° kayar

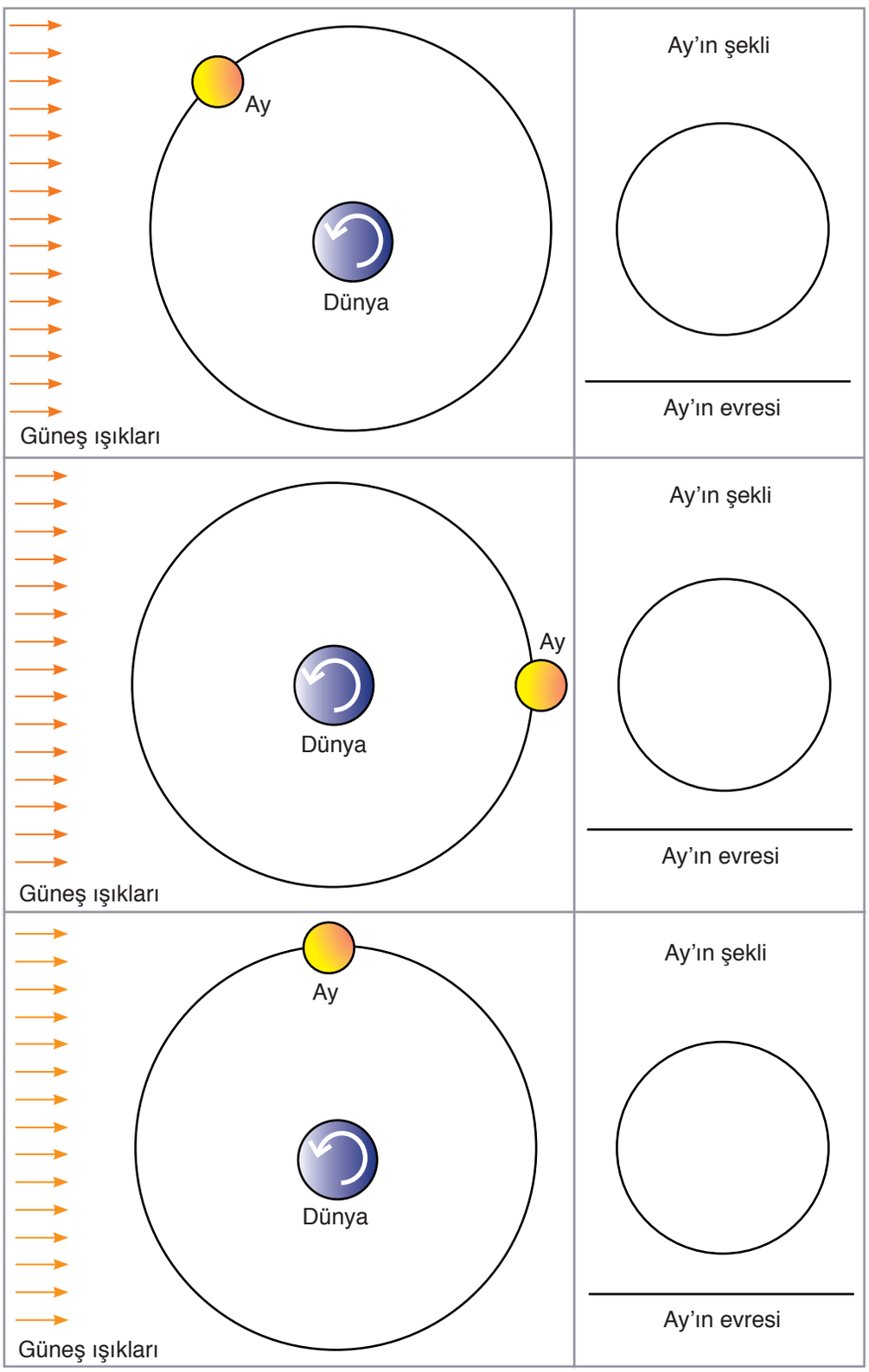
2. ( ) 22 Aralık tarihinde Güneş'in dik açıklığı $\delta = 23° 27^{l}$ dir

3. ( ) Tutulum çemberi boyunca 12 takımyıldızı vardır.

4. ( ) Ay tutulmasında Ay, Dünya ve Güneş arasındadır.

E.

1. Ay ve Dünya'nın konumuna göre sağdaki sütuna Ay'ın şeklini çiziniz ve evresini yazınız.



ZAMAN VE TAKVİM

5. ÜNİTE

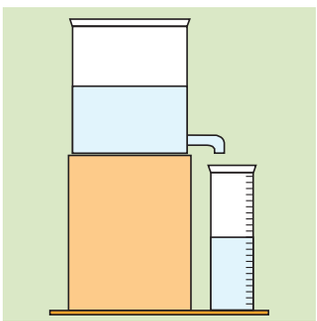
- Zaman
- Takvim

Görsel 5.1 Mezopotamya takvimi.

5.1. ZAMAN

5N 1K

SU SAATİ



Görsel 5.2 Su saati şematik.

Görsel 5.3 Su saati.

Güneş saatleri kadar eskiye dayanan ve ilk örnekleri Mısır'da bulunan su saatleri (Görsel 5.2 ve 5.3), dibinde delik olan bir kovanın boşalması ve dolmasıyla zamanı gösterir. Güneş saatleri belirli bir zamanı gösterirken su saatleri ne kadar süre geçtiğini gösterirler. Bu yüzden su saatinin icadı zaman ölçümünün gerçek başlangıcı sayılabilir.

Zaman kavramı soyut olduğu için tanımını vermek mümkün değildir. Zaman, doğada düzenli olarak tekrarlayan hareketlerden örnek verilerek somutlaşır. (Örneğin kum saati, sarkaç, gök cisimlerinin görünür hareketleri vb.) Zamanı ölçmede ve takvim oluşturmada kullanılan, dönemli olarak tekrarlayan astronomik olaylardan birincisi Dünya'nın kendi ekseni etrafında dönmesi; ikincisi Dünya'nın Güneş etrafında dolanması ve üçüncüsü de Ay'ın Dünya etrafında dolanmasıdır. Gün, ay ve yıl zaman birimleri bu üç olay ile tanımlanır.

Gece-gündüz, yaz-kış, doğma-batma, yeni ay-dolunay gibi dönemli olaylar; zamanı ölçmede ve takvim oluşturmada kullanılabilir. Zamanı ölçmek için çok eski zamanlarda güneş saatleri, su saatleri ve kum saatleri kullanılmışken daha yakın zamanlarda ve günümüzde ise kurmalı mekanik saatler, elektrikli saatler ve atom saatleri kullanılmaktadır.

ETKİNLİK 5.1

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: İki adet plastik su şişesi (Görsel 5.4), yapıştırıcı, iğne.

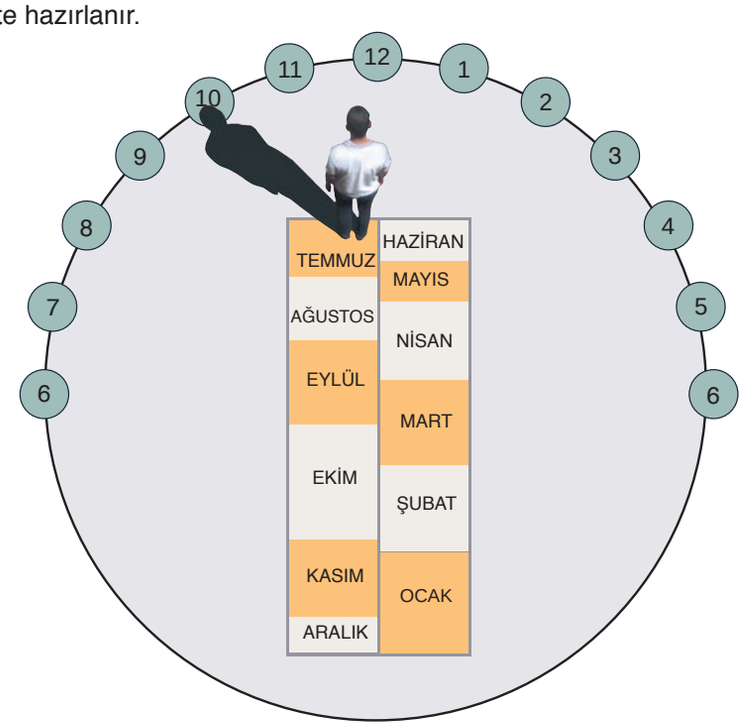
- Bir su saati yapmak için beş gruba ayrılınız.
- Şişe kapaklarını dış yüzlerinden birbirine yapıştırdıktan sonra ortasından ve şişelerin yan yüzeyinde yarı yükseklikte kızgın bir iğne ile delik açınız. (Dikkat: Kızgın bir iğne ile delik açma işlemini yaparken çevreye veya kendinize herhangi bir zarar vermeyiniz.)
- Şişenin birine yarısından 1 cm daha az yüseklikte su doldurunuz, kapakları şişelere takınız. Su dolu şişe yukarıda olacak şekilde düzeneği dik olarak bir düzleme koyunuz.
- Suyun bir şişeden diğerine tamamen dökülmesi için geçen süre "bir su saati" olmak üzere bir ders süresi ile bir gün uzunluğunun kaç su saati olduğunu belirleyiniz.
- Tekrarlayan olaylardan (kum saati, sarkaç, gök cisimlerinin görünür hareketleri vb.) hangilerini zaman ölçmede kullanabiliriz?

Görsel 5.4

ETKİNLİK 5.2

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER: Renkli tebeşirler, ip, metre, karton, pusula.

- Güneş saati yapabilmek için beş grup oluşturunuz.
- Her grup okul bahçesinde uygun bir yer seçerek zemin üzerine tebeşir ve bir ip yardımı ile yarıçapı iki metre olan çember çizer.
- Bir pusula çemberin merkezine yerleştirilir. Pusulanın kuzeyi gösteren doğrultusu ile çemberin kesiştiği nokta işaretlenir. Bu nokta saat 12'yi göstermek üzere çember üzerine diğer saatleri gösteren sayılar şekilde olduğu gibi orantılı olarak yazılır.
- Boyu 2 metre olan bir karton üzerine yılın ayları şekilde belirtilen oranla çizilir.
- Gruptan bir öğrenci çemberin merkezinde içinde bulunduğumuz takvim ayına göre belirtilen yerde dik konumda durur (Görsel 5.5).
- Öğrencinin gölgesinin doğrultusunun hangi saati gösterdiği belirlenir. Eğer doğru saat vermiyorsa kartonun yeri değiştirilir. Böylece güneş saati ayarlanmış olur.
- Gün boyunca ders aralarında güneş saati ile ölçüm yapılır ve mekanik saatin gösterdiği zaman belirlenerek bir liste hazırlanır.



Görsel 5.5 Güneş saati.

- Gruplar bu çalışmadan sonra aralarında tartışarak aşağıdaki soruların cevaplarını bulmaya çalışır. Sonuçları sınıfa sunar.

1. Güneş saati ne zaman ve nerelerde işe yaramaz?

2. Güneş saatinin gösterdiği zaman, kolunuzdaki saat ile aynı mıdır? Neden?

3. Dünya kendi ekseni etrafındaki dönüşünü 24 saatte tamamladığına göre bir saatlik zaman diliminde Güneş gökyüzünde kaç derece ilerler?

4. Günlük yaşamımızda neden yerel zaman yerine ortak zaman dilimleri kullanırız?

5. Kuzey yarı küredeki bir gözlem yeri için yapılan bir güneş saati, güney yarı kürede de işe yarar mı?

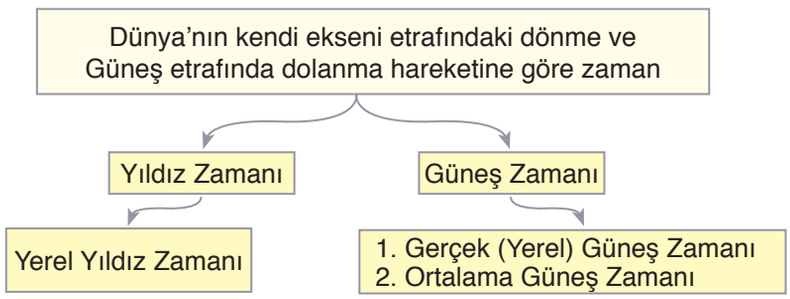
6. Sizin kullandığınız güneş saati ile sizden 200 km uzaklıkta bulunan birinin kullandığı güneş saati aynı zamanı gösterir mi? Neden?

(Dikkat: Güneşe çıplak gözle uzun süre bakmak gözümüzün ışığa duyarlı hücrelerinde kalıcı hasarlara yol açabilir.)

Yıldızların ve Güneş'in günlük görünür hareketlerine dayanarak iki zaman tanımlanır:

1. Yerel yıldız zamanı,
2. Gerçek güneş zamanı.

Ortalama güneş zamanı ise Dünya'nın Güneş etrafında dolanma hareketine göre tanımlanır.

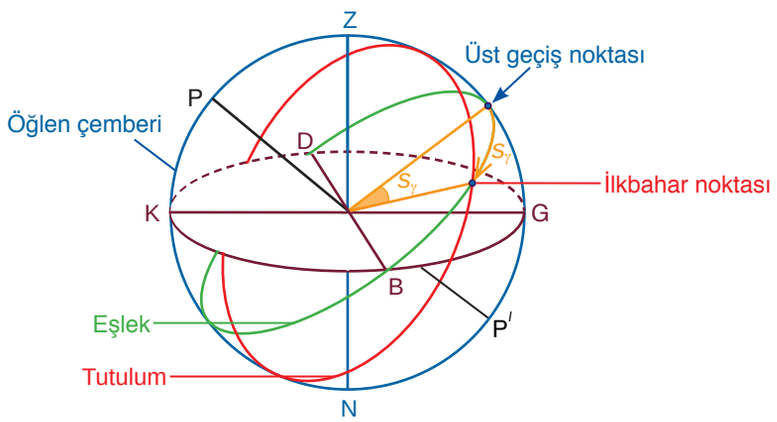

Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönme ve Güneş etrafında dolanma hareketine göre zaman
Yıldız Zamanı
Güneş Zamanı
Yerel Yıldız Zamanı
1. Gerçek (Yerel) Güneş Zamanı
2. Ortalama Güneş Zamanı

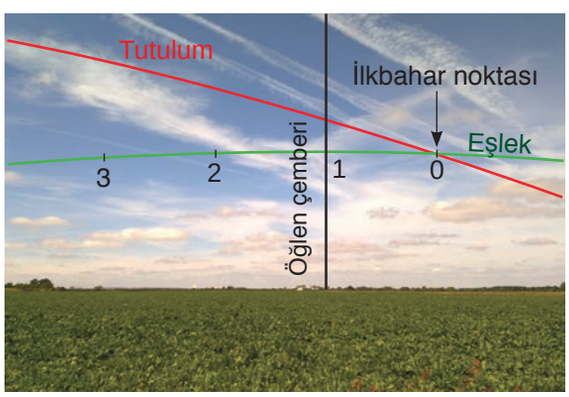
5.1.1. YILDIZ ZAMANI

Bir yıldızın saat açısı ile tanımlanan zamana "yerel yıldız zamanı" ve bir yıldızın gözlem yerinin öğlen çemberinden art arda iki üst geçişi arasındaki süreye de "yıldız günü" denir. Bir yıldızın saat açısı, gözlemcinin boylamına bağlıdır. Yani bir yıldızın saat açısı, boylamları farklı olan gözlem yerlerinden farklı farklı ölçülür. Bu nedenle boylamları farklı olan gözlem yerlerindeki yerel yıldız zamanları birbirinden farklıdır.

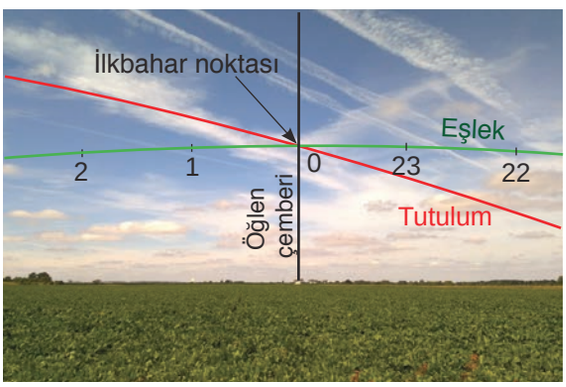
Astronomlar, yerel yıldız zamanını ölçmede herhangi bir yıldız yerine ilkbahar noktasının saat açısını kullanırlar (Görsel 5.6 ve 5.7). Buna göre:

Yerel Yıldız Zamanı *(T)*: Aşağıdaki şekilde belirtilen açı ilkbahar noktasının saat açısı olup s_γ ile tanımlanan yıldız zamanıdır.Yani $T = s_\gamma$ dır.





Görsel 5.6
İlkbahar noktasının saat açısı (yıldız zamanı) yaklaşık 1 saattir.



Görsel 5.7
İlkbahar noktasının saat açısı (yıldız zamanı) 0 saattir.

Yıldız Günü *(Yg)*: İlkbahar noktasının, gözlem yerinin öğlen çemberinden art arda iki üst geçişi arasındaki süredir.

Bir yıldız gününün 24'te biri bir yıldız saati olarak tanımlanır. Buna göre yıldız günü 24 yıldız saatine eş değerdir. Bir yıldız saatinin 60'ta biri, yıldız dakikası ve bir yıldız dakikasının 60'ta biri de yıldız saniyesi olarak tanımlanır.

İlkbahar noktası gözlem yerinin öğlen çemberinden üst geçiş yaptığı anda yeni bir yıldız günü başlamış olur ve o anda yıldız zamanı,

$T = 0$'dır.

ASTRO-NOT

İlkbahar noktası da diğer yıldızlar gibi günlük harekete katılır.

5.1.2. GERÇEK GÜNEŞ ZAMANI VE GERÇEK GÜNEŞ GÜNÜ

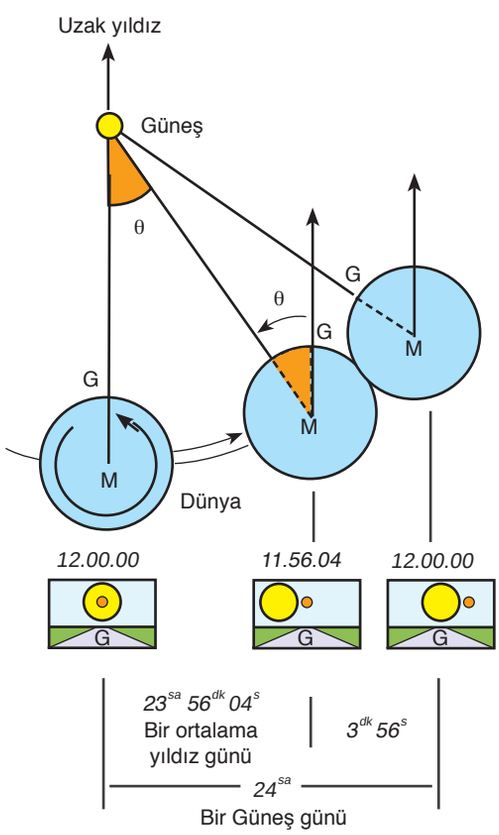
Güneş'in merkezî noktasının saat açısıyla tanımlanan zamana gerçek (yerel) güneş zamanı denir. Gerçek güneş zamanı da aslında yerel zamandır. Güneş'in, bir gözlem yerinin öğlen çemberinden art arda iki alt geçişi arasındaki süre bir güneş günü (Gg) olarak tanımlanır. Güneş günü 24 güneş saatine eş değerdir. Benzer olarak 1 güneş saati, 60 güneş dakikasına ve 1 güneş dakikası da 60 güneş saniyesine eşittir.

Günlük hayatımızda kullandığımız zaman güneş zamanıdır. Bununla birlikte eğer zamanı gerçek güneş zamanı olarak kullansaydık ülkemizin farklı boylamlarındaki her yerde saatler farklı farklı olurdu. Bu ise ülkemizde bir kargaşa yaratırdı. Gerçek güneş zamanı yerel zamandır. Pratikte ülkemizin her noktasında aynı saat dilimi kullanılmaktadır. Başka bir deyişle ülkemiz sınırları içerisinde bulunan bir yerin gerçek güneş saati, ülkemizin ortak güneş saati olarak kullanılmaktadır.

İzmit civarından geçen ana saat boylamına ilişkin gerçek güneş zamanı, ülkemizin ortak güneş zamanı olarak kullanılmaktadır.

Dünya, kendi ekseni etrafında dönme hareketi dışında Güneş etrafında dolanma hareketi de yapmaktadır. Bundan başka yıldızların bize olan uzaklıkları, Güneş'in uzaklığından çok çok fazladır. Bunun sonucu olarak yıldız günü ile güneş gününün süreleri birbirine eşit değildir. Yandaki şekli inceleyerek bu farklılığı kolayca açıklayabiliriz.

Kolumuzdaki saat 12.00.00 iken Güneş ve bir yıldızın *G* gözlem yerinin öğlen çemberinde olduğunu varsayalım. Dünya ekseni etrafında dönerken bir yandan da Güneş etrafında dolanmasına devam etmektedir. Bir süre sonra uzak yıldız yeniden öğlen çemberine gelecek ve böylece yıldız günü tamamlanmış olacaktır. Hâlbuki güneş gününün tamamlanması için Dünya'nın ekseni etrafında biraz daha (θ açısı kadar) dönmesi gereklidir. Buna göre güneş günü süre olarak yıldız gününden daha uzundur.



Dünya'nın bir günlük hareketi, temsilî olarak verilmiştir.

Şimdi güneş günü ile yıldız günü arasındaki dönüşüm formülünü elde edelim:

Dünya, Güneş etrafındaki dolanımını yani 360 derecelik yolu 365,25 güneş gününde tamamladığına göre bir günde yaklaşık olarak

$\theta = 0^{\circ},985626$

yol alacaktır. O hâlde yıldız günü tamamlandıktan sonra güneş gününün de tamamlanabilmesi için Dünya'nın kendi ekseni etrafında θ açısı kadar daha dönmesi gereklidir. Dünya kendi ekseni etrafında *360* dereceyi *24* yıldız saatinde tamamladığına göre güneş günün tamamlanması için geçmesi gereken süre,

$$\frac{0,985626 \cdot 24}{360} = 0,065708 \text{ yıldız saati} = 3,9425 \text{ yıldız dakikası}$$
$$= 3 \text{ yıldız dakikası } 56 \text{ yıldız saniyesi}$$

olacaktır. Buna göre güneş günü, yıldız gününden 3 yıldız dakikası 56 yıldız saniyesi daha uzundur. O hâlde güneş günü ile yıldız gününün süreleri oranı için,

$$\frac{1Gg}{1Yg} = \frac{24+0,065708}{24} = 1,00273785$$

değerini elde ederiz. Buna göre güneş günü ile yıldız günü arasındaki dönüşüm formülleri,

1 Gg = 1,00273785 Yg

1 Yg = 0,99726965 Gg

şeklindedir. Aynı oranlar saat, dakika ve saniye eşelleri için de geçerlidir. Örneğin;

1 güneş saati = 1,00273785 yıldız saati

1 yıldız saati = 0,99726965 güneş saatidir.

Yıldız zamanı sabit hızla ilerler ve bir yıldız gününün süresi yıl içerisinde hep sabittir. Bununla birlikte gerçek güneş zamanı düzenli ilerlemez. Bazen hızlanır bazen de yavaşlar. Ayrıca bir güneş gününün uzunluğu da yıl içerisinde sabit olmayıp sürekli değişmektedir. Gerçek güneş zamanı ve gününün düzenli olmamasının iki nedeni vardır:

1. Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi çember değil, çembere çok yakın elips şeklindedir. Güneş bu elipsin odaklarından birinde bulunmaktadır. Dünya yörüngesinde dolandıkça Güneş'e olan uzaklığı sürekli değişmektedir. Ayrıca Güneş'e yaklaştıkça yörünge hızı artmakta, Güneş'ten uzaklaştıkça da yavaşlamaktadır. Bu nedenle daha önce çember yörünge varsayımı ile elde ettiğimiz günlük $\theta = 0^{\circ},985626$'lik açı sabit olmayıp yıl içerisinde sürekli değişmektedir. Bunun sonucu olarak gerçek güneş gününün süresi değişmiş olur.

2. Güneş yıllık görünen hareketini (doğu yönlü her gün yaklaşık 4 dakika) tutulum çemberi üzerinde yapmaktadır. Hâlbuki biz zamanı yani Güneş'in saat açısını eşlek çemberi boyunca ölçmekteyiz. Güneş'in tutulum çemberi üzerindeki hareketinin hızı sabit olsaydı bile onun eşlek üzerindeki iz düşümünün hızı sürekli değişirdi.

Şimdi zamanı ölçmek için bir mekanik saat yapmayı planlayalım. Yıldız zamanını ölçeceksek sorun yoktur. Çünkü yıldız zamanı eşit hızla ilerlemektedir. Ancak gerçek güneş zamanını ölçecek bir saatin bazen hızlı ilerlemesi bazen de yavaşlaması gerekecektir. Bunun olanaksız olması nedeniyle astronomlar ortalama güneş tanımlamış ve zamanı onun saat açısıyla ölçmüşlerdir.

5.1.3. ORTALAMA GÜNEŞ ZAMANI VE GÜNEŞ GÜNÜ

Ortalama Güneş zamanı, ortalama güneşin saat açısı ile ölçülen zamandır. Ortalama güneş şu özeliklere sahiptir:

1. Yıllık hareketini eşlek çemberi üzerinde yapar.
2. Yıllık hareketinin hızı sabit ve günde yaklaşık olarak $\theta = 0^{\circ},985626$'dir.
3. Bir tam dolanımını gerçek Güneş ile aynı sürede tamamlar.
4. 21 Mart tarihinde koç (ilkbahar ılımı) noktasındadır. Bu tarihten itibaren 22 Haziran tarihine kadar yavaşlayan gerçek güneş zamanı ortalama güneşten geri kalır ve giderek ondan uzaklaşır. 22 Haziran'dan sonra gerçek Güneş hızlanmaya başlar ve bu sefer ortalama güneşe yaklaşmaya başlar. Sonunda 23 Eylül tarihinde ortalama güneşi yakalar. Bu tarihte her ikisi de terazi (sonbahar ılımı) noktasındadır. Gerçek Güneş hızlanmaya devam eder. Artık ortalama güneşin önünde giderek ondan uzaklaşmaktadır. Bu uzaklaşma 22 Aralık tarihine kadar devam eder. 22 Aralık tarihinden sonra yeniden yavaşlamaya başlayan gerçek Güneş 21 Mart tarihinde yeniden ortalama güneşle aynı noktada buluşur.

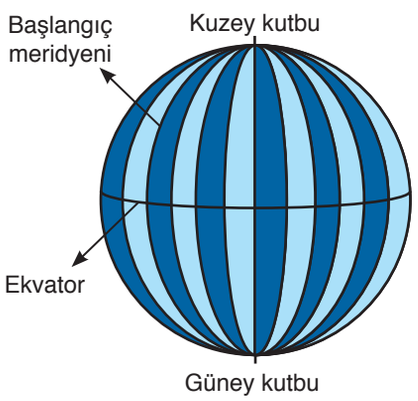
Ortalama Güneş Günü: Ortalama güneşin gözlem yerinin öğlen çemberinden art arda iki alt geçişi arasında geçen süreye bir ortalama güneş günü denir. Ortalama güneşin sahip olduğu özelliklere göre ortalama gün süresi sabittir ve 24 ortalama güneş saatine eşittir.

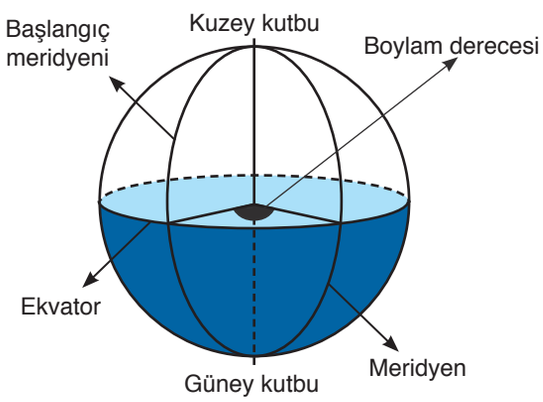
Günlük yaşantımız tamamen ortalama güneş zamanına göre düzenlenmiş ve kullanılan saatler ortalama güneş zamanına göre çalışmaktadır. Bu nedenle günlük hayatta gün deyince ortalama güneş gününü, zaman deyince de ortalama güneş zamanını kastetmiş oluruz.

5.1.4. BÖLGE ZAMANI

Dünya'nın kuzey kutbunu, güney kutbuna birleştiren büyük çember yaylarının her birine boylam çemberi (meridyen) denir. Böyle sonsuz sayıda boylam çemberi vardır. İngiltere'deki Greenwich (Grinviç) Gözlemevinden geçen boylam çemberi başlangıç boylamıdır. Eşlek çemberini başlangıç boylamından başlamak üzere 24 eşit parçaya böldüğümüzü varsayalım. Her bir parça 15 derecelik çember yayıdır. Bu noktaların her birinden geçen boylam çemberleri 24 tanedir ve bunlara saat boylamı denir. Saat boylamlarının 12 tanesi başlangıç boylamın doğu yönünde 12 tanesi de batı yönündedir. Başlangıç boylamının doğusundaki ilk saat boylamı 1 saat doğu boylamı, ikincisi 2 saat doğu boylamı şeklinde adlandırılır. Başlangıç boylamının batısındaki ilk saat boylamı ise 1 saat batı boylamı, ikincisi 2 saat batı boylamı şeklinde adlandırılır. 12 saat doğu boylamı ile 12 saat batı boylamı aynı saat boylamını ifade eder.

Dünya'nın kutuplarından geçen ve paralelleri (enlem çemberlerini) dik açıyla kesen hayalî yarım çemberlerin her birine meridyen (boylam çemberi) denir. Ekvatorda olmak üzere bir boylam çemberinden başlangıç meridyenine (Greenwich'ten geçen meridyen) kadar olan yayın ölçüsüne boylam deriz. Boylamı 1 derece, 2 derece, 3 derece gibi tam sayı değerinde olan meridyenler ana meridyenlerdir. Toplam 360 ana meridyen vardır. Ardışık iki ana meridyen arasındaki uzaklık ekvatorda en büyük değerine ulaşır, uçlaklara doğru gidildikçe sıfıra doğru yaklaşır.





Her ülke kendisine en yakın saat boylamına ya da o ülkeden geçen saat boylamlarından birine ilişkin ortalama güneş zamanını o ülkenin bölge ortalama güneş zamanı ya da kısaca bölge zamanı olarak kullanır. Çin, Rusya, Amerika gibi çok geniş topraklara sahip ülkelerde birden fazla bölge zamanı kullanılır.

Türkiye'de Greenwich'e göre 2 saat doğu bölge zamanı kullanılmaktadır. Yani Türkiye'de saat 12.00.00 iken Greenwich'in bulunduğu İngiltere'de bölge zamanı 10.00.00'dur.

ETKİNLİK 5.3

- Sınıf beş gruba ayrılır. Her grup Dünya'nın değişik bölgelerinden beş ülke seçer. Bu ülkelerin kullandıkları bölge zamanlarını araştırarak aşağıdaki tabloda verilen ilgili sütunlara yazar.

Ülke No	Ülkenin Adı	Bölge Saat Boylamı	Türkiyede Saat 16.45 iken Bu Ülkedeki Bölge Saati
1			
2			
3			
4			
5			

- Ülkelerin bölge zamanları arasında fark var mıdır? Neden?

Yeryüzünde, farklı boylamda olan gözlemciler için yerel güneş saati de farklıdır. Örneğin, İstanbul'da yaşayan biriyle Gaziantep'te yaşayan biri için yerel saat farklıdır. Saatimizi yerel saate göre ayarladığımızı farz edelim. Doğuya ya da batıya yapacağımız yer değiştirmede her birkaç kilometrede bir saatimizi ayarlamak zorunda kalırdık. Bu sorunu çözmek için, "standart zaman" denilen bir kavram kullanılıyor. Buna göre yeryüzü birer saatlik zaman dilimlerine ayrılmış durumdadır. Belli bir zaman dilimi içinde tüm saatler aynı zamanı gösterir. Bu durum günlük yaşamı kolaylaştırır. Ülkemiz sınırları içerisinde zaman farkı bulunmazken yurt dışına gittiğinizde saatinizi ileri ya da geri almanız gerekir.

Türkiye'den, biri İzmit civarında (2 saat ya da doğu saat boylamı) diğeri de Erzurum civarında (3 saat ya da doğu boylamı meridyeni) olmak üzere iki saat boylamı geçmektedir. Ulaşım ve haberleşmede kolaylık ve mesai saatlerinde bütünlük sağlamak amacı ile bütün Türkiye için İzmit civarından geçen saat boylamı kullanılmaktadır.

Greenwich başlangıç meridyeni ile tanımlanan yerel zaman için "genel zaman veya evrensel zaman" terimi kullanılarak UT (Universal Time) ya da GMT (Greenwich Mean Time) kısaltmaları ile gösterilir.

ÖRNEK 5.1

İzmir'in boylamı $\lambda_{İzmir} = 27°,1746$ ve Ankara'nın boylamı $\lambda_{Ankara} = 32°,8189$'dur. Güneş, Ankara'da bulunan bir gözlemcinin öğlen çemberinden geçtiğinde saat 12.00.00 iken İzmir'deki bir gözlemcinin öğlen çemberinden geçtiğinde saat kaçtır?

ÇÖZÜM

İzmir'in boylamı $\lambda_{İzmir} = 27°,1746$ Ankara'nın boylamı $\lambda_{Ankara} = 32°,8189$

Boylam farkı $\Delta\lambda = \lambda_{Ankara} - \lambda_{İzmir} = 5°,6443$

Güneş 1^0'lik yolu *4* güneş dakikasında aldığına göre,

Güneş'in, İzmir'in öğlen çemberinden geçiş zamanı = 12 saat + $\Delta\lambda$·(4 dk)
= 12 saat + (5,6443·4 dk)
= 12 saat + 22,5772 dakika
= 12 saat + 22 dakika + 34,6 saniye
= 12.22.34,6'dır.

ÖRNEK 5.2

Bir yıldız, Ankara'daki gözlemcinin öğlen çemberinden geçtiğinde saat 22.00.00 iken İzmir'deki gözlemcinin öğlen çemberinden geçtiğinde saat kaçtır?

ÇÖZÜM

Ankara ile İzmir arasındaki boylam farkı $\Delta\lambda = \lambda_{Ankara} - \lambda_{İzmir} = 5°,6443$ idi.

Yıldız, 1 derecelik yolu 4 yıldız dakikasında aldığına göre İzmir'in öğlen çemberine gelmesi için geçmesi gereken süre (yıldız zamanı biriminde) = 5,6443 · 4 yıldız dakikası.

= 22,5772 yıldız dakikasıdır.

1 yıldız dakikası = 0,99726965 güneş dakikası olduğundan,

22,5772 yıldız dakikası = 0,99726965 · 22,5772 = 22,5156 dakikadır.

Yıldızın, İzmir'in öğlen çemberinden geçiş zamanı = 22 saat + 22,5156 dakika
= 22 saat + 22 dakika + 30,9 saniye
= 22.22.30,9'dur.

ETKİNLİK 5.4

- Sınıf beş gruba ayrılır. Her grup beş şehir seçer. Gruplar araştırarak bu şehirlerin boylamlarını bulur ve aşağıdaki çizelgeye yazar.
- İzmir'in boylamı $\lambda_{İzmir} = 27°,1746$ olmak üzere şeçilen şehirler ile İzmir'in boylam farkını hesaplayınız.
- Yıldız bir derecelik yolu 4 yıldız dakikasında alır. İki şehir arasındaki yıldız zamanı farkını bulmak için boylam farkını 4 ile çarpınız.
- İki şehir arasındaki hesapladığınız yıldız zamanı farkını 0,99726965 ile çarparak güneş dakikasına çeviriniz.
- Seçtiğiniz şehirlerdeki yerel yıldız zamanını, İzmir'deki yerel yıldız zamanı 12.00.00'de hesapladığınız yıldız zamanı farkını (güneş dakikası türünden değerini) ekleyerek bulup tabloya yazınız.

Şehir Adı	Boylam	İzmir'de Yerel Yıldız Zamanı 12.00.00 İken Yerel Yıldız Zamanı
Ankara	32°,8189	12.22.34,6

- Farklı şehirlerdeki gözlemciler için yerel yıldız zamanları arasında nasıl bir ilişki vardır?

5.2. TAKVİM

5N 1K

Eski uygarlıklara ait takvim örnekleri (Görsel 5.8 ve 5.9).

Görsel 5.8
Pişirilmiş topraktan yapılan Maya takvimi.

Görsel 5.9
Çinliler tarafından MÖ 1600-1046 yıllarında öküz kemiği oyularak yapılmış takvim.

Zaman, doğadaki düzenli tekrarlayan hareketler ile somutlaşan bir kavramdır. İnsanlar, tarihin çeşitli dönemlerinde yaşadıkları zamanı belirli ölçüler içerisinde anlamaya çalışmışlar ve hayatlarını zaman dilimlerine göre düzenlemek istemişlerdir. Takvimler bu düzenleme ihtiyacından doğmuştur. Yaşanan günleri numaralandırmak ve tarihlendirmek için kullanılan sisteme "takvim" denir. Bunun için bir başlangıca ihtiyaç duyulur. Takvim oluşturmak için astronominin en temel konusu olan Güneş'in ve Ay'ın dönemli hareketlerinden yararlanılmıştır.

5.2.1. AY VE GÜNEŞ YILI

Ay Yılı

Ay'ın yeni ay evresinden art arda iki geçişi arasındaki süreye "kavuşul ay" denir. Kavuşul ay süresi yaklaşık 29,5 gündür. 12 kavuşul ay süresine "ay yılı" denir. Ay yılı 354 gündür.

Güneş Yılı

Dünya'nın Güneş etrafında tam bir dolanımı için geçen süreye "güneş yılı" denir. Tüm takvimlerin zaman biriminde bir güneş yılı ortalama 365 gün 6 saat, bir güneş günü ortalama 86 400 saniye olarak kabul edilmektedir.

Bugün kullandığımız miladi takvim güneş yılına dayanır. Ay yılı, güneş yılından yaklaşık 11 gün daha kısadır. Bu nedenle miladi takvimde Ay takviminin başlangıcı her yıl 11 gün öne doğru kayar.

5.2.2. DÜNYADA EN ÇOK KULLANILAN TAKVİMLER

Miladi Takvim

Güneş yılı esasına göre hazırlanan bu takvim ilk defa Mısırlılar tarafından kullanılmıştır. Bu takvim; İyonyalılar, Yunanlılar ve Romalılar tarafından geliştirilmiştir. Roma İmparatoru Julius Caesar (Jül Sezar) ve Papa XII. Gregor tarafından düzenlenerek günümüzdeki şeklini almıştır. Başlangıç (milat) olarak Hz. İsa'nın doğum günü kabul edilmiştir. Miladi takvim 1 Ocak 1926'dan itibaren Türkiye'de de kullanılmaya başlanmıştır. Milattan önceki tarihleri göstermek için MÖ kısaltmasını ve milattan sonraki tarihler için de MS kısaltmasını kullanırız. Örneğin; MÖ 490 yılı, MS 2010 yılından 2500 yıl öncesini ifade eder.

Selçuklular ve Osmanlılarda İslamiyetin kabulunden sonra Türk'ler Hicri takvimi kullanmışlardır. Osmanlılar Hicri takvimin yanında mali işler için de Rumi takvim kullanmıştır (1740). 1917'de Takvim-i

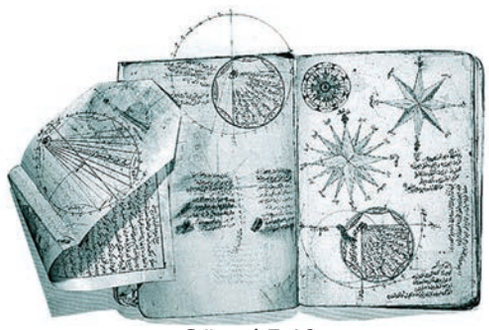
Garbi adı altında Miladi takvim sistemi yürürlüğe girmiştir. Türkiye Cumhuriyeti'nde resmi tek takvim olarak Miladi takvim 26 Aralık 1925 tarihinde kabul edilmiştir.

Rumi Takvim

Mali işlerde kullanılmak üzere eski Bizans takvimi esas alınarak hazırlanmıştır. 1839'da bütün resmî ve mali işlemlerde Hicri takvimle beraber kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıç olarak "Hicret" alınmış, ancak güneş yılı esasına göre hazırlanmıştır. Rumi takvim 1 Ocak 1926'da Miladi takvimin yürürlüğe girmesine kadar kullanılmıştır. Miladi takvimin kabul edilmesine rağmen mali yılbaşı 1 Mart olarak kabul edilmiş ve bu uygulama 1982'ye kadar devam etmiştir. Yeni uygulamayla 1 Ocak 1983 tarihinden itibaren 1 Ocak günü hem takvim başı hem de mali yılbaşı olarak kabul edilmiştir.

Celali Takvimi

Büyük Selçuklularda Celaleddin Melikşah zamanında eski İran takvimi esas alınarak mali işlerde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Güneş yılı esasına göre hazırlanan bu takvimde "nevruz" yılbaşı olarak kabul edilmiştir (Görsel 5.10).



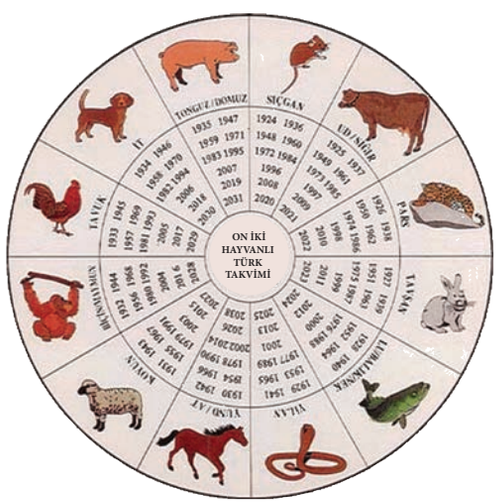
Görsel 5.10
Celali takvimi.

Hicri Takvim

İslam peygamberi Hz. Muhammed'in Mekke'den Medine'ye hicretini başlangıç kabul eden ve ay yılını esas alan takvim sistemidir.

On İki Hayvanlı Takvim

İslamiyet öncesi Türk devlet ve toplulukları tarafından kullanılmıştır. Güneş yılı esasına göre hazırlanan bir takvimdir. Bir yıl 365 gün olarak hesaplanmış ve her yıl bir hayvan adıyla anılmıştır (Görsel 5.11). Bu takvim Türk'lerden başka Çin, Moğol, Hint ve Tibetliler tarafından da kullanılmıştır. Günümüzde Asya'nın bazı bölgelerinde hâlâ kullanılmaktadır.



Görsel 5.11
On iki hayvanlı takvim.

ETKİNLİK 5.5

- Sınıf beş gruba ayrılır.
- Gruplar Güneş ve Ay'ın hareketlerine göre düzenlenmiş takvim çeşitlerini araştırırlar.
- Takvimlerdeki yıl tanımını, hangi dönemlerde ve ne kadar süreyle kullanıldığını belirler.
- Dünya'da en çok kullanılan takvimleri belirler.
- Takvim çeşitlerinden oluşan bir sunum ya da poster hazırlayarak çalışmalarını sınıfa sunar.

5.2.3. EKLİ YIL

ETKİNLİK 5.6

- Öğrenciler sınıf içinde (tahtanın önünde) sadece el ve mimik hareketleri ile anlaşarak doğum tarihlerine (gün ve ay olarak) göre 1 Ocak'tan başlayarak tek sıra hâlinde dizilir.
- Doğum tarihleri sözlü olarak kontrol edilir, yanlış sıralama varsa düzeltilir.
- Öğrenciler doğdukları mevsimlere göre dört gruba ayrılır.
- Gruplar aşağıdaki soruları cevaplayarak sınıfta paylaşır.
  1. Şubat ayının diğer aylardan farkı nedir?
  2. Bazı yıllarda şubat ayı neden 29 gündür?
  3. Şubat ayının 29 gün olduğu yıllar nasıl adlandırılır?
  4. Nüfus kayıtlarını tutan bir yetkili olsaydınız 29 Şubat'ta doğan bebeklerin kayıtlarını nasıl yapardınız?

Yıl uzunlukları ortalama günün tam katı olmadığı için kullanılan bütün takvimlerin kusurlu olduğu ve zaman zaman düzeltilmeleri gerektiği unutulmamalıdır. Dünya'nın Güneş etrafında dolanma süresi (yıl uzunluğu) 365,24219 gündür.Kesir kısmındaki 0,24219 günden dolayı her 4 yılda bir 1 gün artmaktadır ($4 \cdot 0{,}24219 \cong 1$ gün). Bu fazla 1 gün Şubat'ın 29. günü olmaktadır. Şubat ayının 29 gün olduğu yıllara ekli yıl denir. Ekli yıl belirleme kuralları:

1. 4'e tam bölünebilen yıllar ekli yıldır. (2004, 2008 ve 2012 yılları ekli yıldır.)
2. Birler ve onlar basamağındaki rakamları 0 olan yıllar için:
   a-) 100'e tam bölünen yıllar (4'e bölünebilmesine rağmen) ekli yıl değildir.
   1900 ve 2100 yılları ekli yıl değildir.
   b-) 400'e tam bölünebilen yıllar ekli yıldır.
   1600, 2000 ve 2400 yılları ekli yıllardır.

Herhangi bir yılın ekli yıl olup olmadığını denetlerken öncelik sırası; 2b, 2a'dır. İkinci ve üçüncü kurallar yıl uzunluğunun tam olarak 365,25 gün olmamasından kaynaklanmaktadır.

ETKİNLİK 5.7

- Aşağıdaki tabloda verilen olayların tarihlerini yazarak ekli yıl olup olmadıklarını belirleyiniz.

Önemli olaylar	Tarihi (yıl olarak)	Ekli yıl mı?
Atatürk'ün doğumu		☐ EVET ☐ HAYIR
İstanbul'un fethi		☐ EVET ☐ HAYIR
Cumhuriyetin ilanı	1923	☐ EVET ☒ HAYIR
Hale-Bopp kuyruklu yıldızının yere en yakın geçişi		☐ EVET ☐ HAYIR
İlk insanlı uzay uçuşu		☐ EVET ☐ HAYIR
İlk yapma uydu Sputnik-1'in uzaya gönderilmesi		☐ EVET ☐ HAYIR
TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinin (TUG) resmî açılışı		☐ EVET ☐ HAYIR

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. "Dönemli olarak tekrarlayan her olay ile zaman ölçülebilir." Buna göre aşağıdakilerden hangisiyle zamanı ölçemeyiz?

A) Dünyanın kendi ekseni etrafında dönme hareketi.

B) Dünya'nın Güneş etrafında dolanma hareketi.

C) İdeal sarkaç hareketi.

D) Her zıplamasında aynı yüksekliğe çıkan bir top.

E) Rüzgârda dalgalanan bir bayrak.

2. Miladi takvim hangi tarihten itibaren Türkiye'de de kullanılmaya başlanmıştır?

A) 4 Kasım 1957 B) 1 Ocak 1926 C) 14 Temmuz 1976
D) 5 Eylül 1940 E)1 Ocak 1938

3. Ay'ın yeni ay evresinden art arda iki geçişi arasındaki süre yaklaşık olarak kaç gündür?

A) 28 B) 28,5 C) 29 D) 29,5 E) 30

4. Aşağıdakilerden hangisi 1 yıldızıl gün uzunluğuna eşittir?

A) 20 saat 16 dk 7 s B) 15 saat 06 dk 8 s C) 23 saat 56 dk 4 s
D) 21 saat 08 dk 9 s E) 24 saat 4 dk 3 s

5. Hz. Muhammed'in Mekke'den Medine'ye hicretini başlangıç kabul eden ve Ay yılını esas alan takvim aşağıdakilerden hangisidir?

A) On iki hayvanlı takvim B) Hicri takvim C) Celali takvim
D) Rumi takvim E) Miladi takvim

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Aynı tarih neden her yıl farklı güne gelmektedir? Açıklayınız.
2. Zaman ölçmek için dönemli tekrarlayan olaylara örnek veriniz.
3. Kendinizin ve aile bireylerinin doğdukları yılların ekli yıl olup olmadığını belirtiniz.

C. Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerlere en uygun sözcük ya da sözcük öbeklerini yazınız.

1. İki ana meridyen arasındaki en büyük uzaklık yaklaşık olarak …… km'dir?
2. Ay'ın belli bir evresinden ardı ardına iki geçişi arasındaki süreye …… denir.
3. Hz. İsa'nın doğumunu başlangıç kabul eden takvime …… denir.
4. Ay yılı güneş yılından …….. gün daha kısadır.
5. Gökyüzüne baktığımızda yıldızlar her ay Güneş'e göre ……. derece batıya kayar.

D. Aşağıdaki yargıları inceleyiniz. Doğru olan yargıların başına (D), yanlış olan yargıların başına (Y) yazınız.

1. ( ) Ekli yıllarda şubat ayı 29 gündür.
2. ( ) 2021 yılı ekli yıldır.
3. ( ) İlkbahar noktasının gözlemcinin bulunduğu meridyenden ardı ardına iki geçişi arasındaki süreye yıldız günü denir.
4. ( ) İslamiyet öncesi Türk devlet ve toplulukları tarafından kullanılan takvime Rumi takvim denir.
5. ( ) Yıldız günü tamamlandığında güneş gününün tamamlanması için 8 güneş dakikası kadar süre geçmesi gerekir.

UZAY BİLİMLERİ VE UZAY ÇALIŞMALARI

6. ÜNİTE

- Uzay Bilimleri
- Uzay Bilimlerinin Gelişimi ve Uzay Çalışmaları
- Uzay Çalışmalarında Kullanılan Araçlar
- Evrende Hayat Var mı?
- Uzaya Seyahat ve Uzayda Yerleşim
- Uzay Kolonileri

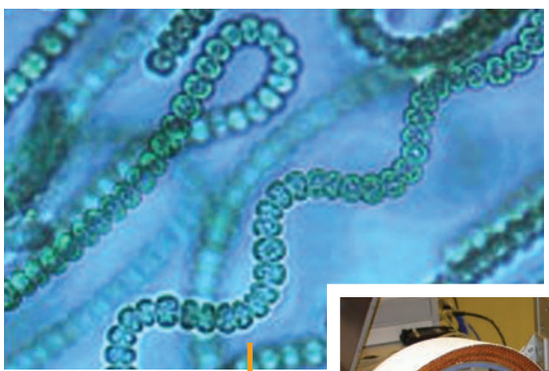
Görsel 6.1 Uluslararası uzay istasyonu.

6.1. UZAY BİLİMLERİ

5N 1K

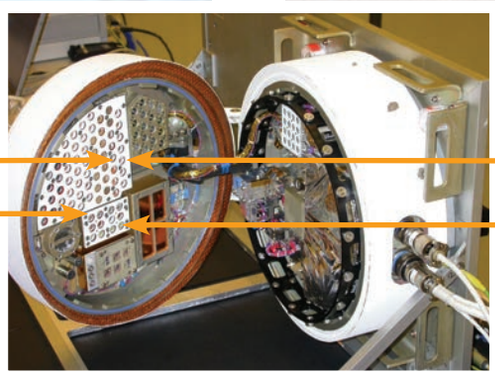
BIOPAN (Uzaya Mikroorganizma Taşıma Projesi) uzayda biyolojik denemeler projesidir (Görsel 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 ve 6.6). 1992-1999 yılları arasında BIOPAN Dünya yörüngesinde Rus uydusu üzerinde dört görev gerçekleştirmiş, on altı deneme yapmıştır. Bu çalışmanın amacı mikroorganizmaların uzayda yaşayabilirliklerini araştırmak, aynı zamanda radyasyon ile vakuma maruz bırakılan ve sadece vakuma maruz bırakılan hücrelerdeki DNA hasarını tespit etmektir.

BİOPAN Projesi



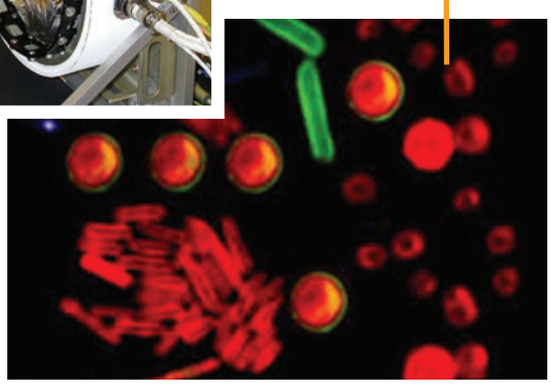
Görsel 6.2
Siyanobakterileri.

Görsel 6.3
Comanche Kayaları, Mars, (magnezyum ve demir karbonat).



Görsel 6.4
Foton kapsulü.

Görsel 6.5
Baja gölü, Meksika. Kırmızı renk, halofilik (tuz seven) bakteriler tarafından salınan pigmentlerden kaynaklanmaktadır.



Görsel 6.6
Siyanobakterilerin floresan altındaki görüntüleri.

Uzay çalışmaları Dünya ve Dünya atmosferinin dışında insanlı ya da insansız uzay araçları ile yürütülen araştırmalardır. Uzay bilimleri de bu araştırmaları konu edinir. Uzay bilimleri temel bilimlerden, teknolojiden ve disiplinler arası bilimsel çalışmalardan destek alır. Uzay bilimlerinde bilinmeyenin araştırılmasıyla Dünya dışında insanlığa yararlı olabilecek bilgilere ulaşılabilmektir.

Uzay bilimlerini konuları ve konulara yaklaşımı bakımından iki farklı şekilde alt dallara ayırabiliriz.

Konulara Yaklaşım Bakımından Uzay Bilimleri:

1. Gözlemsel Astronomi: Gözlemsel astronomi gök cisimlerinin ve gök olaylarının yer konuşlu ya da uzay teleskoplarıyla gözlenmesini konu edinir. Gök cisimlerinin ve gök olaylarının fotometrik, tayfsal ve konum gözlemlerini (astrometri) örnek olarak verebiliriz.

2. Teorik Astrofizik: Teorik astrofizik gök cisimlerinin ve gök olaylarının fiziksel durumlarının kuramsal olarak incelenmesini ve modellenmesini konu edinir. Kuramcılar modellerini test etmek için gözlem verilerinden yararlanırlar. Bu bakımdan gözlemsel astronomi ile teorik astrofizik birbirlerini tamamlayan iki alt daldır.

Konuları Bakımından Uzay Bilimleri:

1. Yıldız Astronomisi (Yıldız Bilimi): Yıldızlarla ilgili her konuyu içine alan alt dal. Güneşimiz de bir yıldız olduğundan Güneş astronomisi (Güneş Bilimi) de bu alt dal içinde sayılır.

2. Gezegen Bilimi: Gezegenleri konu edinen alt dal. Güneş sistemi dışındaki gezegenler de buna dâhildir.

3. Galaktik Astronomi: Bizim galaksimiz Samanyolu'nun yapısını ve özelliklerini konu edinen alt dal.

4. Ekstragalaktik Astronomi: Samanyolu dışında kalan diğer galaksileri, galaksi kümelerini, süper galaksi kümelerini evrendeki dağılımlarını konu alan alt dal.

5. Kozmoloji: Kozmoloji bir bütün olarak evreni konu edinir. Evrenin orijini, bugünkü yapısı ve görecelik kuramı çerçevesinde uzay-zaman ilişkilerini inceleyen alt daldır.

Uzay bilimleri tüm bu konularla ilgilenirken disiplinler arası çalışmalardan yararlanır.

Uzay Bilimlerinin Disiplinlerarası Alanlarından Bazıları:

1. Astrobiyoloji.
2. Astrokimya.
3. Astrofizik (plazma fiziği, mekanik).
4. Gezegen bilimi.
5. Adli astronomi.
6. Arkeoastronomi.
7. Uzay araçları ve yolculuk bilimi (Astronotik) ve mühendisliği.

- Atmosfer ve uzay mühendisliği.
- Kontrol mühendisliği.
- Yörünge mekaniği.
- Uzay aracı mimarisi.
- Roket mühendisliği.
- Uzay savaş ve savunma mühendisliği.
- Uzay beslenme mühendisliği.
- Uzay lojistik mühendisliği.
- Uzay sağlığı.
- Uzay kolonisi ve savunma bilimi.

Astrobiyoloji

Astrobiyolojinin temel ilgi alanı evrende yaşamın orijinini, gelişimini ve dağılımını incelemektir. Diğer bir ilgi alanı ise gerek Güneş sistemimiz içerisinde gerekse Güneş sisteminin dışında insanların yaşayabileceği ortam ve gezegenleri araştırmaktır. Dünya dışında başka yerlerde canlı hayat olup olmadığını araştırmak da yine astrobiyolojinin çalışma alanları arasındadır.

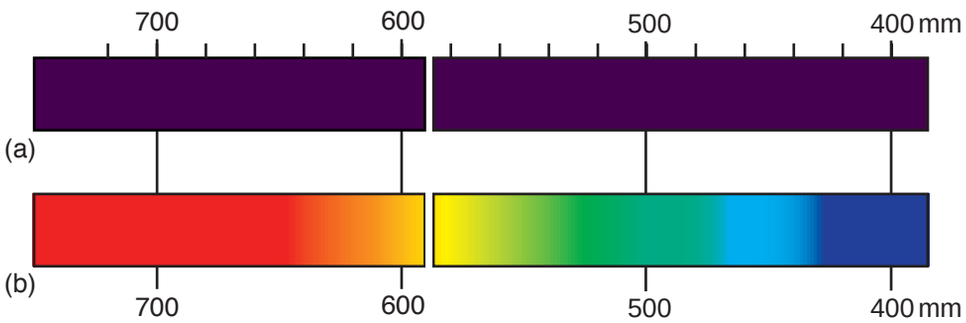
Astrokimya

Astrokimyanın temel ilgi alanı kimyasal elementler ile moleküllerin evrendeki dağılım miktarlarını, aralarındaki tepkimeleri ve ışınım ile etkileşimlerini incelemektir. Yıldızların oluştuğu gaz bulutlarının oluşumu ve yapılarının incelenmesi astrokimyanın en önemli çalışma alanlarından birini oluşturur.

Astrofizik

Astrofizik; gök cisimlerinin, gök olaylarının ve uzayda var olan çeşitli ışınımların ve genel olarak da evrenin fiziksel özellikleriyle ilgilenen bir bilim dalıdır. Uzak gök cisimleri hakkında bilgi edinebileceğimiz tek yol onlardan yayılan ışınımın çeşitli teleskoplar (optik, radyo, X-ışın teleskopları vb.) ile gözlenmesine dayanır. Bu yolla gök cisimlerinin tayfları elde edilebilir. Bir ışık kaynağından (örneğin bir yıldızdan) gelen ışık, kırıcı bir düzenekten (prizma ya da kırınım ağı) geçirilirse farklı dalga boylarındaki ışık ışınları farklı açılarda kırılacağından kaynaktan gelen ışık içerisinde var olan renklerine ayrışır. Ayrışan bu ışık demeti bir ekrana ya da alıcıya düşürülerek elde edilen görünüme ışık kaynağının tayfı denir. Bir ışık kaynağına ilişkin tayfın incelenmesi ve analizi ile ışık kaynağına ilişkin pek çok fiziksel özellikler anlaşılabilmektedir. Astrofizikçiler gözlemsel astronomiden elde edilen bu veriler ile kendi kuram ve modellerini test ederler ve bazen de gözlemleri açıklayabilmek için yeni bir kuram

ya da model ortaya koyarlar. Gök cisimlerinin hareketlerini incelemek ve bu hareketleri açıklayacak kuram ve modeller geliştirmek de astrofiziğin ilgi sahasına girer.



Güneş ışığındaki sodyum "D" çizgisi

Güneş'in sıcak yüzeyi (fotosfer) tarafından yayılan beyaz ışık, dışarı çıkarken baştaki kesintisiz tayftan belirli dalga boylarını soğuran gerek sodyum gazları gerekse diğer kimyasal maddeleri içeren seyrekleştirilmiş gaz tabakasından (kromosferden) geçer. Güneş ışığı daha sonra sodyum gazı alevinden geçerse karanlık D çizgisi oluşur.

Gezegen Bilimi

Bir gezegen olarak Dünya ile ilgili bilimler olan jeofizik ve alt dalları olan sismoloji, jeodezi, tektonik fiziği, jeoloji, oşinografi ve atmosfer bilimlerinin diğer gezegenler ile Güneş ötesi gezegenlere uygulanmasıdır. Örneğin, "selenoji" Ay jeolojisi, "areoloji" Mars jeolojisidir. Güneş ötesi gezegen jeolojisi çok yeni bir daldır.

Adli Astronomi

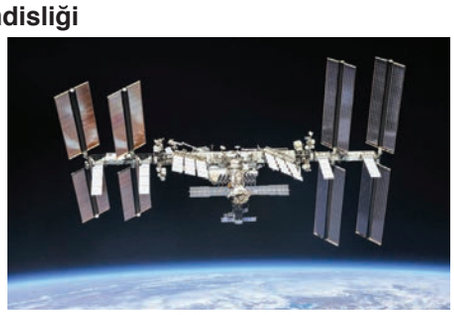
Günlük yaşantıda birçok tartışmalı (adli) konuların çözümünde astronomiden yararlanılır. Suç saatine ilişkin bir fotoğraftan, fotoğraftaki gölge uzunluklarından olay saatinin tespiti, suç tarihi ve saatinde Ay'ın hangi evrede olduğunun hesaplanması böylece gecenin karanlık mı yoksa daha aydınlık mı olduğunun tespiti. Eski astronomik çizimlerdeki gök cisimlerinin ve takımyıldızlarının birbirlerine göre konumlarından yararlanarak o uygarlığa ilişkin tarihleme yapılması gibi pek çok konu adli astronominin ilgi sahasına girer.

Arkeoastronomi

Eski uygarlıklara ilişkin arkeolojik kalıntılardan yararlanarak bu uygarlıklarda astronomi ve ilgili konularda yapılan çalışmaları, kullandıkları alet ve yöntemleri araştıran bilim dalıdır.

Uzay Araçları ve Yolculuk Bilimi (Astronotik) ve Mühendisliği

Uzay araçlarıyla diğer gök cisimlerine yapılan uçuş ve yolculukları konu alır. Bu alandaki en büyük gelişme uzay istasyonlarının hizmete girmesiyle başlamıştır. İnsansız uzay istasyonları arasında, astronomi uyduları, biyolojik uyduları, haberleşme uyduları, trafik uyduları, askerî amaçlı uyduları ve Dünya gözlem uydularını içerir. İnsanlı uzay istasyonları henüz gelişme aşamasındadır. Dünya yörüngesinde dolanan, mevcut insanlı uzay istasyonlarının ötesinde asıl hedef uzay şehirleri denen çok büyük ölçekli uzay istasyonlarının tasarlanması ve yapımıdır (Görsel 6.7).



Görsel 6.7
Uluslararası uzay istasyonu.

Uzay bilimleri ve ilgili disiplinler arası çalışmalar sonuç olarak hem uzayın ve evrenin tüm bileşenleri (yıldızlar, gök adalar, yıldızlar arası gaz ve toz vb.) ile anlaşılmasını hem de uzaya seyahat, uzayda yaşam gibi konularda gerekli çalışmaları içermektedir.

Uzay bilimleriyle ilişkili çalışma alanlarını şöyle sıralayabiliriz:

1. Uzay hukuku.
2. Uzay kolonisi ve savunması bilimi.
3. Uzay ticareti (uzayda üretim, uzay turizmi).
4. Asteroid çarpmalarının önlenmesi.
5. Uzayın keşfi ve incelenmesi (uzay robotları).
6. Uzaktan algılama.
7. Gezegenevi tasarımı ve üretimi.

Uzay Kolonisi ve Savunması Bilimi

Yeryüzünde, başka bir gezegen ya da gezegen benzeri bir yerde koloni kurmak ve onu sürdürmeyi başarabilmek için gerekli bütün bilim dallarını kapsayan bilimdir. Uzay kolonisinin kurulması ve taşınması ile bunun için en uygun yerin belirlenmesi, hayatta kalma ile ilgili her türlü bilimsel çalışma, kolonide yaşayanların sağlığı, uzayda tarım, enerji, ham madde gibi gereksinimleri, üretim ve ekonomi bu bilimin ilgi alanına girmektedir.

Koloni savunma bilimi ise gerek Dünya'nın gerekse uzay kolonisinin doğal ve doğal olmayan tehlikelere karşı korunmasını içeren bir bilimdir. Doğal tehlikelere örnek olarak yaklaşan bir gök taşını veya koloni civarındaki bir süpernova patlamasını ya da yakındaki bir yıldızda meydana gelen aktivite kaynaklı yüksek enerjili ışınımları verebiliriz.

Uzay çalışrmaları ileri teknoloji gerektirir. Bir ülkenin uzay çalışrmalarının başlaması o ülkede birçok sanayi kolunun gerektirdiği ileri teknolojinin hızla gelişmesini sağlar. Uzay çalışmaları birincil olarak bilimsel amaçlı olup plazma fiziği, astrofizik gibi bilim dallarında temel bilginin gelişimini sağlayan, evrendeki fiziksel olayların anlaşılmasına ışık tutan, ancak ülkelerin ekonomisine hemen doğrudan katkısı olmayan uzun vadede kârlı yatırımlardır. Çünkü temel bilimlerdeki bilgi birikimi, toplum sorunlarının çözümünde ilk başvurulan kaynaktır.

Uzay çalışmalarının ikincil amaçları:

Haberleşme ve Dünya'yı gözlemleme amaçlı uzay çalışmaları araştırmadan çok doğrudan hizmet çalışmalarıdır. Haberleşme uyduları kıtalar arası telsiz, telefon görüşmelerini etkin şekilde mümkün kıldığı gibi radyo ve televizyon yayınlarının uzak mesafelere aktarılmasını sağlar.

Dünya'yı gözlemleme amaçlı uzay çalışmaları ise askerî ve meteorolojik gözlemler yanında tarım, madencilik ve çevre amaçlı gözlem programlarını da içerir. Verimli ve verimsiz toprakların dağılımı, toprağın çoraklaşması, çölleşme, orman alanlarının dağılımı ve değişimi, suların kirlenmesi, volkanik aktivite, ozon tabakasındaki değişimler gibi insanlığı doğrudan ilgilendiren konulardaki incelemeler yapay uydularla Dünya dışından etkin biçimde yapılabilmektedir.

Haberleşme ve Dünya'yı gözleme amaçlı uzay çalışmalarına yatırılan paralar ülkelerin ekonomilerine kısa bir sürede katlanarak geri dönmektedir. Bu bakımdan birçok ülke, uzay çalışmalarına haberleşme ve Dünya'yı gözlemleme uydularıyla başlamaktadır.

ETKİNLİK 6.1

- Uzay bilimlerinin temel bilimler ile ilişkisini araştırmak için dört gruba ayrılınız. Aşağıda belirtilen konularda araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı poster, sunum vb. şekilde sınıfta sununuz.
- Grupların araştırma konuları:

  1. Grup: Uzay bilimlerinin fizik bilimiyle ilişkisi
  2. Grup: Uzay bilimlerinin kimya bilimiyle ilişkisi
  3. Grup: Uzay bilimlerinin matematik bilimiyle ilişkisi
  4. Grup: Uzay bilimlerinin biyoloji bilimiyle ilişkisi

- Uzay bilimlerinin hangi temel bilimlerle ne tür bir ilişkisi vardır?

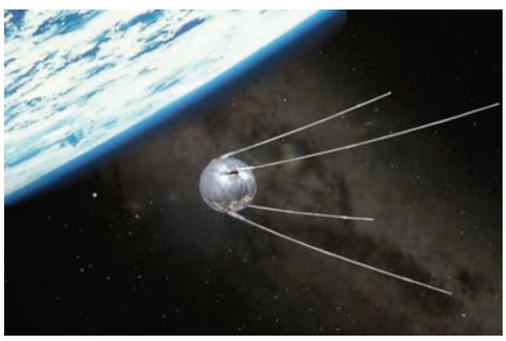
6.2. UZAY BİLİMLERİNİN GELİŞİMİ VE UZAY ÇALIŞMALARI

5N 1K

1985 yılında kurulmuş olan TÜBİTAK UZAY (Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü); uzay teknolojileri, elektronik, bilgi teknolojileri ve ilgili alanlarda Ar-Ge projeleri yürütmektedir (Görsel 6.8). Bu projelerden biri olan Türkiye'nin ilk yerli yapım yer gözlem uydusu RASAT 17 Ağustos 2011 tarihinde uzaya fırlatıldı.

Görsel 6.8 Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü.

6.2.1. UZAY ÇAĞI BAŞLIYOR

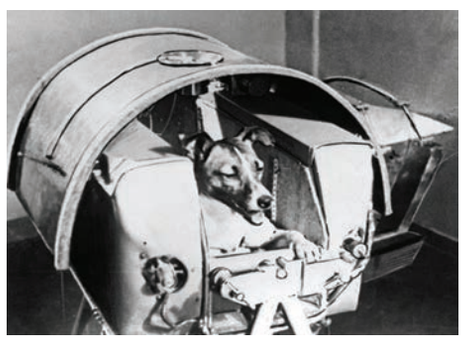


Görsel 6.9 Sputnik 1.

4 Ekim 1957 tarihinde Sovyetler Birliği, doksan beş dakikada bir Dünya'nın çevresini dolaşan ve atmosferik çalışmalar amacıyla radyo sinyalleri gönderen Sputnik 1'i uzaya göndermişti (Görsel 6.9). Sputnik, uzaya gönderilen ilk insan yapımı cisimdi. Gönderdiği sinyaller tüm Dünya'dan dinleniyordu ve bu gelişme uzay yarışını başlatmış oldu.

Sputnik'in radyo vericileri 23 gün çalıştıktan sonra güçlerinin gittikçe azalması yüzünden 27 Ekim 1957'de artık yayın yapamaz oldu.

Sovyetler, 3 Kasım 1957'de içinde Laika adında dişi bir köpek bulunan Sputnik 2'yi uzaya fırlattı (Görsel 6.10). Yedi gün boyunca sinyal gönderen Sputnik 2'nin radyo vericileri 10 Kasım 1957 günü sustu. Sovyet bilim adamları 11 ve 12 Kasım 1957 günleri verdikleri demeçlerde uzaya giden ilk canlı olan Laika'nın ölmüş olduğunu bildirdiler.



Görsel 6.10 Sputnik 2 ve Laika.

Görsel 6.11 Explorer 1.

4 Ocak 1958'de Amerika Birleşik Devletleri ilk Amerikan uydusu Explorer 1'i uzaya fırlattı (Görsel 6.11). Dünya çevresindeki dönüşünü 114 dakika 95 saniyede tamamlayabilen Explorer 1, Van Allen ışınım kuşaklarının keşfedilmesini sağlamıştır.

ETKİNLİK 6.2

- Aşağıda verilen görsellerin yanındaki boş kutucuklara, tabloda verilen olaylardan hangisinin geleceğini düşünerek ilgili numaraları yazınız.
- Sonuçlarınızı arkadaşlarınızın sonuçları ile karşılaştırınız.

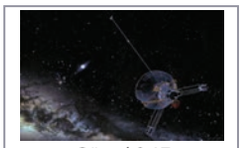
Görsel 6.12
4 Ekim 1957

Görsel 6.13
20 Temmuz 1983

Görsel 6.14
12 Nisan 1961

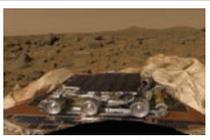
Görsel 6.15
12 Nisan 1981

Görsel 6.16
5 Mayıs 1961



Görsel 6.17
13 Haziran 1983

Görsel 6.18
20 Şubat 1962



Görsel 6.19
4 Temmuz 1997

Görsel 6.20
16 Haziran 1963

Görsel 6.21
15 Ağustos 2006

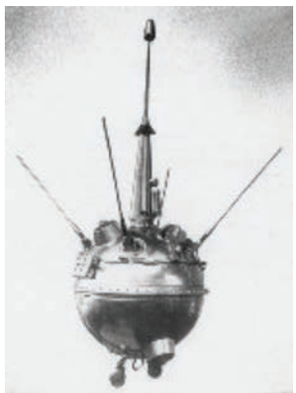
1	Sputnik 1 Dünya yörüngesindeki ilk yapay uydudur.	**6**	Yuri Gagarin, Vostok 1 uzay gemisiyle uzaydaki ilk insandır.
2	John Glenn, Friendship 7 uzay gemisiyle Dünya yörüngesine yerleşen ilk insandır.	**7**	Alan Shepard Jr. uzay gemisiyle uzaydaki ikinci insandır.
3	Pioneer 10, Neptün'ü aşan insansız ilk uzay aracı. Aynı zamanda güneş sistemimizden ayrılan ilk uzay aracıdır.	**8**	İnsansız uzay mekiği Mars Pathfinder, Mars'a inip araştırmalarını sürdürmüştür.
4	Neil Armostrong ve Buzz Aldrin Ay'a ilk ayak basan ve Ay'da yürüyen insanlardır.	**9**	Uzay mekiği Columbia, tekrar kullanılabilen insanlı ilk uzay mekiğidir.
5	Valentina Tereshkova, Vostok 6 adlı uzay gemisiyle uzaydaki ilk kadındır.	**10**	Voyager 1 tarihte Güneş'ten 100 AB (yaklaşık 15 milyar km) uzaklaşarak en uzağa giden uzay mekiğidir.

- Yukarıdaki uzay çalışmalarının gelişimini araştırıp kronolojik olarak sıralayınız.

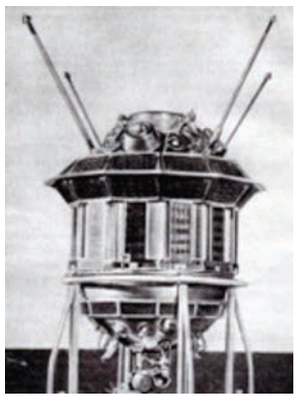
6.2.2. UZAYDAN DÖNEN İLK CANLILAR

Amerika Birleşik Devletleri 28 Mayıs 1959' da bir Jüpiter füzesinin burun hunisinde Able adında bir erkek Hint maymunuyla yarım kilo ağırlığında Baker adındaki dişi bir maymunu uzaya fırlattı. Atılıştan 1 saat 33 dakika sonra maymunların bulunduğu kapsül, Atlas Okyanusu'na indi. Maymunlara hiçbir şey olmamıştı. Able ve Baker uzaya gidip sağ salim dönen ilk canlılar oldu. Uzay uçuşu denemeleri büyük bir hızla ve çeşitli gelişmelerle sürüp gidiyordu. Sovyetler Birliği'nin Luna II kapsülü, 14 Eylül 1959'da Ay'a çarparak Ay yüzeyine inen ilk insan yapısı nesne olmuştur (Görsel 6.22).

Ay'ın Dünya'dan görünmeyen arka yüzünün fotoğrafı ilk kez 7 Ekim 1959'da Sovyet uydusu Luna III tarafından çekilmiştir (Görsel 6.23).



Görsel 6.22
Luna 2.



Görsel 6.23
Luna 3.

6.2.3. YÖRÜNGEDEN DÖNEN İLK CANLILAR

Görsel 6.24
Yuri Gagarin.

Sovyetler Birliği, 19 Ağustos 1960'ta 4 600 kilo ağırlığında ve içinde iki köpek olan bir uyduyu yörüngeye oturttu. Uyduda ayrıca birkaç fare, bir kavanoz dolusu sinek ve böcek vardı. Bunlar Dünya'nın çevresinde 18 kez dolandırıldıktan sonra 20 Ağustos 1960 günü sağ salim Dünya'ya indirildi ve yörüngeden Dünya'ya indirilen ilk canlılar oldular.

12 Nisan 1961'de Sovyetler, içinde Yüzbaşı Yuri Gagarin'in bulunduğu Vostok tipi insanlı bir uzay gemisini Dünya yörüngesine fırlattı (Görsel 6.24 ve 6.25). Vostok, fırlatıldıktan 108 dakika sonra Dünya'ya dönmüş, 10 dakika sonra da Vostok'tan havada ayrılıp paraşütüyle inen Gagarin yeryüzüne tekrar ayak basmıştır.

Dünya'nın ilk yapay uydusunu yörüngeye oturttuktan dört yıl sonra Sovyetler, uzaya ilk insanı göndermiştir. Dünya'nın çevresinde tur atan ikinci insan Sovyet Hava Kuvvetlerinden Binbaşı Gherman Titov'dur. Gagarin Dünya çevresinde yalnız bir tur atmışken Titov uzayda 25 saat 18 dakika kalmış ve Dünya yörüngesinde 17 kez dönmüştür.

Gagarin'in tarihsel uçuşundan sonra iki Amerikalı astronot, Vostok'a karşılık olarak Mercury uzay gemisi ile Dünya çevresinde deneme uçuşları yaptı. 5 Mayıs 1962'de Binbaşı Alan Shephard, Mercury 3'ün astronotu olarak Dünya çevresinde dönmemekle birlikte 186 km'lik bir yüksekliğe çıkmıştır.

Görsel 6.26
Valentina Tereshkova.

21 Temmuz'da Binbaşı Virgil Grissom, Mercury 4 ile balistik uçuşu tekrarlamıştır.

Görsel 6.25 Vostok.

20 Şubat 1962'de Mercury 6 içinde Yarbay John Glenn ve 15 Mayıs 1963'te Mercury 9 ile Binbaşı Gordon Cooper Dünya yörüngesine çıktılar. 16 Haziran 1963'te Vostok 6 yörüngeye oturmak üzere fırlatıldı. Vostok 6'da Valentina Tereshkova bulunuyordu (Görsel 6.26). Böylece ilk kadın uzaya adımını atmış oldu. Tereshkova ve dünya insanlığın uzay macerasında bunun bir başlangıç olduğunu düşünüyordu ancak 1983'e kadar başka hiçbir kadın uzaya gitmedi. Tereshkova uzayda 70 saat 50 dakika kaldı.

Türkiye'nin ortak olduğu uzay çalışmalarına ilişkin günümüzdeki projelerden bazıları;

SEOCA (Sioka)

SEOCA, Orta Asya ve Avrupa arasında yer gözlem teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması konusundaki işbirliğini geliştirmeyi amaçlayan bir projedir. SEOCA, Avrupa Birliği Yedinci Çerçeve Programı tarafından desteklenmektedir. Resmi olarak 1 Nisan 2010 tarihinde başlayan proje iki yıl süresince devam edecektir. Türkiye'den Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsünün (TÜBİTAK UZAY) de aralarında bulunduğu 14 Proje ortağı 8 değişik ülkeden katılmaktadır.

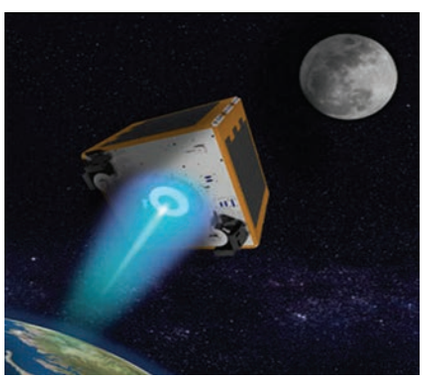
PROTECT (Protek)

Uzay çöpü; uzay araçlarının infilak, çarpışma gibi nedenlerle uzaya saçılan parçaları ile işlevini yitirmiş uzay araçlarını içermektedir ve popülasyonu 1957'de Sputnik'in uzaya atılmasından bu yana dramatik bir şekilde artmaktadır. Uzay çöplerinin mevcut ve gelecekteki uzay görevleri için oluşturduğu riskleri azaltmayı amaçlayan PROTECT, Avrupa Birliği Yedinci Çerçeve Programı (FP7) destekli bir projedir.

Projenin tanıtım iş paketi lideri olan TÜBİTAK UZAY, teknik iş paketlerine de katkı sağlayacaktır. PROTECT 1 Mart 2011 tarihinde, proje lideri ONERA'nın Paris yakınlarındaki tesislerinde gerçekleşen açılış toplantısının ardından başlamıştır.

HALE

Türkiye, HALE ile elektrik itki motoru teknolojileri alanında araştırma yapan ve bu sistemlerin geliştirildiği ilk tesisine sahip olacaktır (Görsel 6.27). Proje, Hall etkili itki sistemlerinin tasarımı, üretimi ve test edilebilmesi için gerekli bilgi birikimini sağlayacak ve altyapıyı kuracaktır. Devlet Planlama Teşkilatının desteği ile TÜBİTAK UZAY kurulacak elektrik itki laboratuvarında üretilecek ve test edilecek itki sistemleri, ay ve gezegenler arası olanlar gibi daha karmaşık uzay görevlerinin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlayacak ve yeni projeler için bir geliştirme altyapısı kazanılmış olacaktır. Haziran 2010 yılında başlamıştır.



Görsel 6.27 HALE projesi.

BiLSAT

BiLSAT projesi; Türkiye'de küçük uydu teknolojilerini başlatmak, geliştirmek ve desteklemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. SSTL (Surrey Satellite Technology Limited) firması ile ortak olarak küçük uyduların tasarımı ve üretimi için gerekli altyapı ve bir yer istasyonu kurulmuş ve Türkiye'nin ilk uzaktan algılama uydusu olan BiLSAT üretilerek yörüngeye yerleştirilmiştir (Fırlatma tarihi: 27 Eylül 2003).

Uydunun ÇOBAN (Yer örnekleme mesafesi 120 m olan sekiz bantlı bir yer gözlem kamerasıdır.) ve GEZGİN (JPEG 2000 standardına gerçek zamanda çok bantlı görüntü sıkıştırma kabiliyetine sahip bir alt-sistemdir.) adı verilen iki görev yükü TÜBİTAK UZAY tarafından ve yerli sanayi katkılarıyla Türkiye'de tasarlanarak üretilmiş ve BiLSAT uydusuna yerleştirilmiştir.

RASAT

RASAT Araştırma Uydusu, Türkiye'nin ve TÜBİTAK UZAY'ın BiLSAT uydusundan sonra sahip olacağı ikinci uzaktan algılama uydusudur (Görsel 6.28). Yüksek çözünürlüklü optik görüntüleme sistemine ve Türk mühendislerce tasarlanıp geliştirilen yeni modüllere sahip olacak olan RASAT, Türkiye'de tasarlanıp üretilen ilk yer gözlem uydusudur. 17.08.2011 tarihinde Rusya Federasyonu'nun Kazakistan sınırındaki Orenburg bölgesinde bulunan Yasny fırlatma üssünden Dnepr fırlatma aracıyla uzaya gönderildi ve dünyadan 687 km yükseklikteki hedef yörüngesine başarıyla yerleştirildi

Görsel 6.28 RASAT uydusu.

6.2.4. UZAY ÇALIŞMALARININ GÜNLÜK YAŞAMA ETKİSİ

İleri teknoloji buluşları günlük yaşamda karşılığını bire bir bulamasa bile günlük hayatın pek çok alanında temel oluşturmaktadır. NASA'da çalışan bilim insanları bugüne kadar 6300'den fazla teknolojik buluşa imza attı. NASA'nın geliştirdiği ve her gün kullandığımız teknolojilerinden en önemlileri:

Kanser dedektörü, farklı kanser türlerinin teşhisinde kullanılmaktadır. Uzay gereçlerindeki kusurların tespiti için geliştirilmiştir.

Mikroçip, ilk olarak Apollo uzay aracının yön bilgisayarında kullanılmıştır. Şimdi her türlü araçta kullanılmaya başlanmıştır.

Kablosuz aletler, ilk olarak Ay yüzeyinde kullanılmak için tasarlanan delgi ve vakum aletleridir.

Kulak termometresi, vücut sıcaklığını ölçen kamera benzeri ilk lensler, yıldızların doğumunu görüntülemek için kullanılmıştır.

Dondurulmuş gıdalar, yiyeceklerin ağırlığını azaltıp ömrünü uzatan dondurma teknikleri sayesinde ortaya çıkmıştır.

Evlerin izolasyonunda kullanılan yansıtıcı maddeler, ilk olarak uzay araçlarını radyasyondan korumak için geliştirilmiştir.

Joystick, bilgisayar oyunlarının olmazsa olmazı joystickler ilk olarak Apollo Ay aracında kullanılmıştır.

Akıllı süngerler, uçak yolculuklarında iniş sırasında yaşanan sarsıntıları azaltan ve sonrasında eski hâline dönen süngerler, astronotların kasklarında kullanılan şok emicilere dayanır.

Uzay araçlarının gönderdiği sinyalleri düzenleyen teknoloji daha sonra **uydu televizyonlarındaki** ses ve görüntü sinyallerinin düzenlenmesinde kullanılmaktadır.

Dayanıklı lensler, astronot kasklarında kullanılan özel madde ile çok daha dayanıklı lensler üretilmektedir.

Spor ürünleri üreten firmalar, astronot giysilerindeki gelişim ve ilerlemeleri kendi ürünlerinde kullanarak daha hafif ve hava alabilen **ayakkabılar** üretmektedir.

İlk ayarlanabilir **duman dedektörü,** yanlış alarmları engellemek için NASA tarafından geliştirilmiştir.

Yüzücülere avantaj sağladığı için yasak getirilen özel **mayolar,** NASA'nın uzay araçlarında sürtünmeyi engellediği teknoloji ile aynı prensiplere sahiptir.

Günümüzde kullanılan **su filtreleri,** temelde NASA'nın uzayda bakterilere karşı geliştirdikleri filtreler ile aynıdır.

ETKİNLİK 6.3

- Uzay çalışmaları dünyadaki yaşam kalitesini yükseltmek için önemlidir. Geliştirilen teknolojilerin toplum yaşamına ilişkin alanlardaki kullanımlarını kavramak için sağ taraftaki kutucuklar ile sol taraftaki kutucuklar arasında bire bir eşleme yapınız.

Binaların sıcaklık ve ışık özelliklerini belirleme (mimari)	Teknoloji transferi
İklim araştırmaları	Konum astronomisi
CCD (Charge Coupled Device) dedektörlerin gelişimi Uydu iletişim teknikleri Robot teknolojisindeki gelişmeler	Güneş aktiviteleri
Tarımda tohum ve hasat zamanının belirlenmesi, Deniz seferlerini güvenli yapabilme	Güneş'in günlük hareketi

- Uzay çalışmaları sayesinde geliştirilen teknolojiler toplum yaşamını nasıl etkilemiştir?

6.3. UZAY ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN ARAÇLAR

5N 1K

LAGARİ HASAN ÇELEBİ

Ünlü Türk bilim insanı Lagari Hasan Çelebi (Görsel 6.29), 17. yy.ın başlarında barut dolu haznesi bulunan basit bir hava roketi ile ilk kez havalanmayı başarmıştır. Lagari Hasan Çelebi bu denemesinde 300 metre kadar havalanmış ve 20 saniye havada kalmıştır. Deneme 1633 yılında dönemin Osmanlı padişahı IV. Murat'ın kızının dünyaya gelmesi sebebiyle yapılan kutlamalarda sergilenmiştir. Kendisine bağlı bulunan kanatlar sayesinde Boğaz'a oldukça yumuşak bir iniş yapmıştır (Görsel 6.30).

Görsel 6.29
Lagari Hasan Çelebi'nin Ankara THK Müzesi'nde bulunan heykeli.

Lagari Hasan Çelebi, roketle dikey uçuşu başarıyla gerçekleştirmiş ilk insan ve bilgin olarak tarihî kayıtlardaki yerini almıştır.

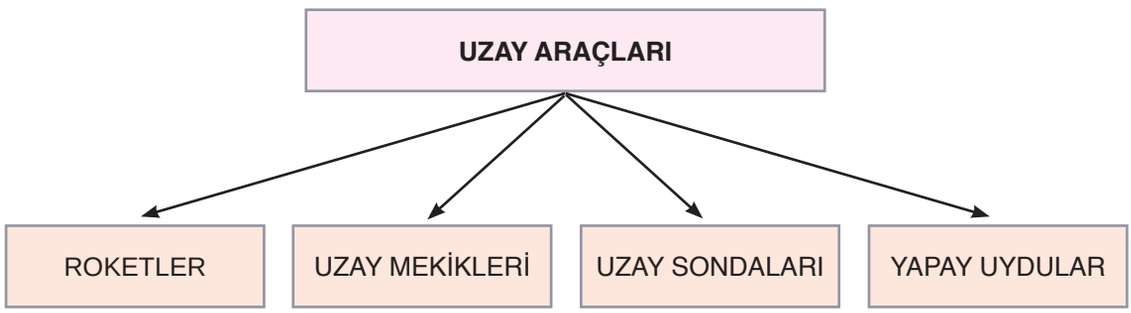
Evliya Çelebi'nin Seyahatname'sinde Lagari Hasan Çelebi'nin roketle uçuşundan bahsi:

Lagari Hasan Çelebi, Murad Han'ın Kaya Sultan nam duhteri pakizesi vücude geldiği gece akube şadmanlığı oldu. Lagari Hasan, elli okka barut macunundan yedi kollu bir fişeng icad etti. Sarayburnu'nda Hünkâr huzurunda fişenge bindi ve şakirdleri fişengi ateşlediler. Lagari, "Padişahım seni Huda'ya ısmarladım." diyerek temcid ve tevhid ile evciasumana huruc eyledi...Denize indi...

Yanında olan fişengleri ateş edip ruyi deryayı çeragan eyledi. Bam-ı felekde fişengi kebirinin barutu kalmayıp da zemine doğru nüzul ederken, ellerinde olan kartal kanatlarını açıp Sinanpaşa Kasrı önünde deryaya indi. Oradan şenaverlik ederek uryan huzurı padişahiye geldi. Zemini bus ederek selam verdi. Bir kise akça ihsan olunup yetmiş akça ile sipahi yazıldı.

Görsel 6.30
Lagari Hasan Çelebi'nin temsilî resmi.

Uzay teknolojisinin gelişimiyle birlikte çeşitli teleskop ve uzay araçları geliştirilmiştir. Yeryüzünden yapılan gözlemler artık uzaydan da yapılmaya başlanmıştır. Bu gözlemler için gerekli olanlar uzay mekikleri, uzay sondaları, yapay uydular ve bunların yerden fırlatılmasını sağlayan roketlerdir.



Uzay araçları, kullanım alanlarına göre üç gruba ayrılmaktadır:

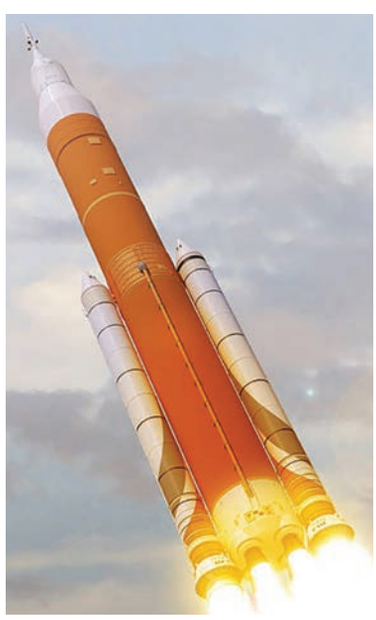
1. Astronomi çalışmaları için uzaya gönderilen insanlı ya da insansız uzay araçları,

2. Savunma, uzaktan algılama, iletişim ve yayın amacı ile gönderilen çeşitli uydular,

3. Seyahat amacı ile kullanılan uzay araçlarıdır.

6.3.1. ROKETLER

Roketler (Görsel 6.31), uç kısmı genellikle hava sürtünmesini azaltacak şekilde yapılmış; yakıt, motor ve egzozdan oluşan silindir şeklinde yapılardır. Roketler, çalışmaları sırasında havaya gereksinim duymadan hareket yönünün ters yönünde sıcak gaz püskürterek hareket eder.



Görsel 6.31 Roket.

Roket motorları ile jet motorları arasında önemli farklar vardır. Jet motorları yanıcı maddeyi beraberinde taşırken yakıcı madde olan oksijen gazını atmosferden sağlarlar. Hâlbuki roketler (özellikle astronomi amaçlı olanlar) hem yanıcı hem de yakıcı maddeyi beraberinde taşır. Bu nedenle bir jet motorunun uzayda çalışması mümkün değildir. Roket kullanmadaki asıl amaç kısa süreli yüksek hız elde edilmesi ve roketin atmosfer dışındaki oksijensiz ortamda da çalışabilmesidir. Uzaya insanlı ve insansız araçlar gönderme hayali ve uygulaması ilk uçakların yapılışından daha eskiye dayanmaktadır. Roketlerde kullanılan ilk katı yakıt baruttur.

Roketlerin Yapısı

1. Roketin genelde ucunda bulunan yük kısmı (Kargo): Yük, bazen bir uydu bazen de bir bomba olabilir. Bazen bu yük roketin uç kısmında olmayıp üzerine yapıştırılmış durumda olabilir.

Bir örnek verirsek ‘’uzay mekiği’’ bir roket değil roket üzerine yerleştirilmiş bir yüktür.

2. Yakıt Kısmı: Roketin toplam ağırlığının çok büyük bir kısmını oluşturan, yanıcı ve yakıcı madde taşıyan tanklardan oluşan kısımdır.

3. Roket Motoru: Yanıcı ve yakıcı maddelerin yanmasını kontrol eden ve oluşan ısı ve gazı dış ortama aktaran mekanizmaların hepsine birden roket motoru denir. Egzoz denen kısım roketin en alt kısmında bulunan, ilerlemeyi (itimi) ve yön değiştirmeyi sağlayan hareketli ya da hareketsiz kısımdır.

6.3.2. UZAY MEKİKLERİ

Dünya'nın ilk yeniden kullanılabilen ve büyük uyduları bile taşıyabilen uzay araçlarıdır. Uzay mekikleri (Görsel 6.32) roketler gibi yükselir, tıpkı uzay gemileri gibi yörüngede manevralar yapar ve bir uçak gibi yere tekrar iner.

Aktif olarak kullanılan uzay mekiklerine örnek olarak: Discovery, Atlantis , Challenger mekiklerini verebiliriz.

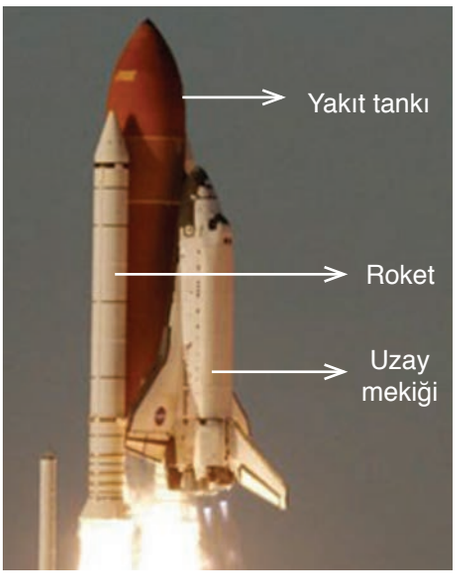
Discovery'nin Gerçekleştirdiği Bazı Önemli Görevler:

Ağustos 1984 : İlk uçuş

Nisan 1990 : Astronomi açısından büyük önem taşıyan Hubble Uzay Teleskobunu konuşlandırdı.

Şubat 1994 : İlk kez bir Rus Sergei Krikalyov Amerikan uzay gemisindedir.

Ekim 2000 : Yüzüncü uzay mekiği görevi. Uluslararası Uzay İstasyonuna gidildi.



Görsel 6.32 Uzay mekiği.

Challenger' in Gerçekleştirdiği Bazı Önemli Görevler:

Ağustos 1983 : Edwards Airforce Base Sally Ride uzaya çıkan ilk Amerikalı kadın oldu. İki iletişim uydusu konuşlandırıldı.

Nisan 1985 : Edwards Airforce Base Spacelab-3 taşındı.

İki kadın taşıyan ilk uçuş. Marc Garneau uzaya çıkan ilk Kanadalı oldu. Kathryn D. Sullivan uzay yürüyüşü yapan ilk Amerikalı kadın oldu. Earth Radiation Budget uydusu konuşlandırıldı.

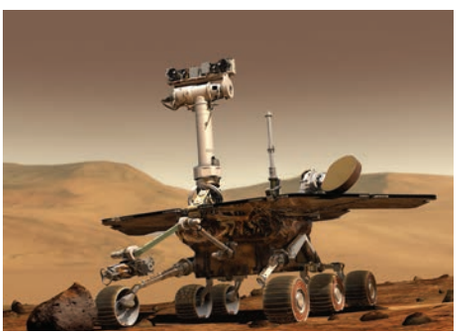
Ocak 1986 : Yere inemedi. 10. uçuşunda, kalkıştan yalnızca 73 saniye sonra havada infilak etti. 28 Ocak 1986'da gerçekleşen talihsiz kazada 7 kişilik mürettebat hayatını kaybetti.

6.3.3. UZAY SONDALARI

Bir gezegeni veya bir gök cismini incelemek için ona gönderilen; yakınında uçma, çarpma, yörüngesinde dolaşma veya üzerine inme gibi görevleri yerine getiren araçlardır.

Örnek olarak Spirit ve Opportunity, Mars'ın yüzeyine jeolojik çalışmalar yapmak için indirilen birbirinin ikizi iki araçtır.

Spirit (Görsel 6.33), 4 Ocak 2004 tarihinde, Opportunity ise 25 Ocak 2004 tarihinde Mars yüzeyine başarıyla indirilmiştir.


Görsel 6.33 Spirit Robotu.

6.3.4. YAPAY UYDULAR

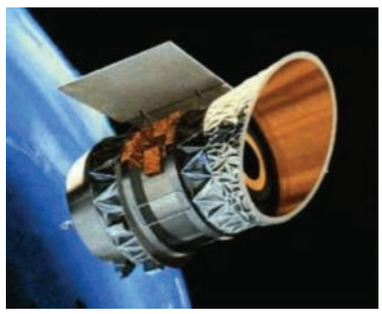
Belli bir amaç için tasarlanan ve bir gezegenin yörüngesine oturtulan araçlardır. Haberleşme uyduları, uzaktan algılama uyduları, meteoroloji uyduları, keşif (casus) uyduları, atmosfer araştırma uyduları, seyir uyduları, arama ve kurtarma uyduları vb. yapay uydu çeşitleri olduğu gibi astronomi amaçlı uydular da vardır. Astronomi amaçlı üretilen uyduların tüm amacı gözlem yapmaktır. Bu nedenle astronomi yapay uydularına Uzay Gözlemevi de denir. Yerden yapılan uzay gözlemlerinde yer atmosferinden kaynaklanan bazı olumsuzluklar mevcuttur. Yer atmosferi, yıldızlardan gelen ışığın bir kısmını soğurmakta, yıldız ışığının titreşim yapıyor gibi gözükmesine neden olmakta ve sanki bir buğulu cam arkasından uzaya bakılıyormuş etkisi yaratmaktadır.

Yer atmosferinin dışına çıkılarak bu etkiler yok edilebilir ve daha sağlıklı gözlemler yapılabilir. İşte bu işlem için yapay uydular kullanılmaktadır. Gama ışını, X-ışını ve mor ötesi bölgelerden gelen ışınlar atmosferden geçemediğinden en iyi gözlemler uzaydan yapılabilmektedir. Benzer şekilde kızıl ötesi bölgenin bir bölümü de en iyi uzaydan gözlenmektedir. Bu nedenle gözlemevlerinin uzaya yerleştirilmesi istenilmektedir. Uzaya yerleştirilmiş (Dünya'nın yörüngesinde dolanan) bir teleskop havadaki ısısal türbülanslarlardan etkilenmediği gibi çevredeki ışık kirliliğinden de etkilenmez.

ASTRO-NOT

IRAS: 25 Ocak 1983'te yükseldi ve on ay görev yaptı. Bu teleskop The United States (NASA), The Netherlands (NIVR), ve The United Kingdom'un (SERC) ortak bir çalışmasıdır.

IRAS (Görsel 6.34), gökyüzünün % 96'sını 12, 25, 60 ve 100 mikrometre dalga boylarında 4 kere uydu fotoğrafını çekti. Yaklaşık 500 000 adet çoğu tanımlanmayı bekleyen cisim keşfetti. Bunların 75 000 kadarının yıldız oluşum galaksileri olduğuna inanılıyor. Diğerleri ise çoğunlukla etrafında toz diski bulunduran, gezegen oluşum mekanizmasının öncesinde bulunan yıldızlardır.



Görsel 6.34 IRAS uydu.

6.3.5. UYDULARIN KULLANIM ALANINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Astronomi uyduları, uzayda seyreden büyük teleskoplardır. Yörüngesi Dünya üzerinde olduğundan görüntülerinde Dünya'yı çevreleyen gazların belirsizleştirici etkisi ve uydunun kızıl ötesi görüntüleme ekipmanı sayesinde Dünya ısısının olumsuz etkileri gözlenemez. Bu sebeplerden astronomi uyduları, uzayı yeryüzündeki benzer güçteki bir teleskoba oranla on kat daha iyi görür. Astronomi uyduları; yıldız haritalarının oluşturulması, gizemli olguların incelenmesi (kara delikler vb.), güneş sistemindeki gezegen görüntülerinin çekilmesi, gezegenlerin yüzey haritalarının çıkarılması uygulamalarında kullanılır. Bu tip uydular, verileri Dünya yörüngelerinden toplamaları sebebiyle uzay araştırma uydularından farklıdır.

Uzay araştırma uyduları, uzay sondaları olarak bilinir. Uydular bir yörüngede olan nesneler olarak tanımlanmalarına karşın uzay sondaları güneş sisteminin derinliklerine doğru yol alır. Yine de tasarımları ve işlevleri açısından yörüngeli uydulara benzer.

Haberleşme uyduları, radyo, televizyon ve telefon iletişiminin eş zamanlı yapılmasını sağlar. Uydulardan önce uzun mesafelere veri iletimi ya zor ya da imkânsızdır. Doğrusal yayılan işaretler, çok uzaklardaki bir varış noktasına ilerlerken Dünya'nın küresel yüzeyi boyunca kıvrılamaz. Ancak uydular yörüngelerinde olduklarından iletilecek işaretler öncelikle uyduya gönderilir sonrasında ya başka bir uyduya yönlendirilir ya da doğrudan ulaşacağı bir noktaya gönderilir.

Uzaktan algılama uyduları, önemli kaynakların ve olayların uzaydan görüntülenmesinde kullanılır. Örneğin hayvan göçlerinin izlenmesinde, maden yataklarının tespitinde, hava koşullarından zarar gören tarım ürünlerinin ya da ormanların hangi hızla azaldığının belirlenmesinde kullanılabilir. Uzaktan algılama çevremizin belli bir uzaklıktan incelenmesi ve ölçülmesidir.

Meteoroloji uyduları, meteoroloji ve haberleşme uydu teknolojileri sayesinde, günün herhangi bir anında Dünya üzerindeki bir yerin hava durumunu, bize gün boyu meteoroloji bilgilerini aktaran televizyon istasyonlarından takip edebilmektedir. Meteoroloji uzmanları, uyduları birçok amaç için kullanmakta, uydu görüntülerine dayanarak hava tahminlerinde bulunabilmektedir.

Keşif (casus) uydulardaki gibi bazı uyduların kamuoyuna yönelik kullanımı sınırlıdır. Keşif uyduları diğer ülkeleri gözetlemek ve bu ülkelerdeki askerî aktiviteler ile ilgili bilgi toplamak amacıyla kullanılır. Casus uydular bir ülke üzerinden geçerken o ülkeye ait radyo ve radar iletişimini kaydeder. Bu uydular savaş başlığıyla donatılıp alçak Dünya yörüngesi üzerine oturtularak yeryüzündeki mevcut hedeflere karşı yörüngesel bir silah olarak kullanılabilir. Bununla beraber uydular fırlatılan füzeyi ya da uzayda meydana gelen bir nükleer patlamayı da algılayabilir.

Atmosfer araştırma uyduları, uzaya gönderilen ilk uydulardandır. Atmosferi inceleme amacıyla yörüngeleri oldukça alçak seviyelidir.

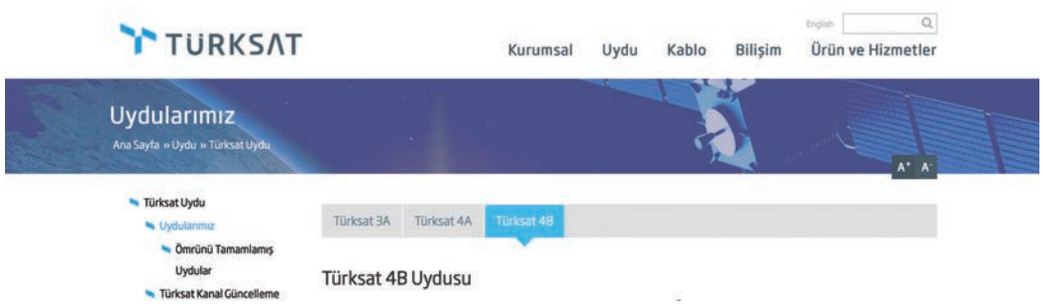
Seyir uyduları, araçların yönlendirilmesinde kullanılır. Okyanusun ortasında veya kara parçasının olmadığı bir yerde, nerede olunduğu dışarı bakılarak anlaşılmamaktadır. 1950'lerin sonlarına doğru gemilerin herhangi bir zamanda nerede olduklarının doğru şekilde bilinebilmesi amacıyla uydular seyir için kullanılmaya başlandı.

Arama ve kurtarma uyduları, deniz ve havadaki araçlarla uzak yerlerden haberleşebilmek için tasarlanmıştır. Bu uydular uzak ve tehlikeli bölgelerde mahsur kalmış acil durum işareti gönderen hava ve deniz araçlarının yerlerini algılayıp belirler.

ASTRO-NOT

http://www.pmel.noaa.gov/vents/nemo/realtime/nemonet_anim.html (Görsel 6.35) web adresinden deniz altındaki bir çalışmanın uydu aracılığıyla nasıl yönlendirildiğini görebilirsiniz. Sol taraftaki belirtilen araca tıklanırsa animasyon çalışmaya başlayacaktır.

Türkiye'nin uzaya göndermiş olduğu haberleşme uyduları ile ilgili olarak **https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/turksat-uydu/uydularimiz** web adresinden bir haberleşme uydusunun özelliklerine ait bilgilere ulaşılabilirsiniz.



Görsel 6.35 TÜRKSAT.

6.4. EVRENDE HAYAT VAR MI?

5N 1K

Bilim insanları Jüpiter'in uydusu Europa'nın (Görsel 6.36) atmosferinde su buharı olduğunu bildirdi.

Sizce dünya dışı yaşam için neler gereklidir?

Görsel 6.36 Jüpiter'in uydusu Europa.

Evrende sayılamayacak kadar gök cismi olduğu hâlde Dünya'dan başka bir yerde yaşam belirtilerine henüz rastlanmamıştır. Bu bakımdan yaşam hakkındaki bilgilerimiz bizim gözlemlerimizle sınırlıdır.

Dünya'daki canlı türlerinin yapı taşları karmaşık moleküllerdir. Bu moleküller varlıklarını evrende ancak yıldızlardan uzak, yıldıza göre daha soğuk bölgelerde koruyabilir. Güneş sistemi içinde Dünya'dan başka ancak dev gezegenlerin atmosferleri içindeki belli bölgelerde koşulların yaşam için uygun olabileceği düşünülmektedir. Güneş sistemi dışında yaşam aranacaksa önce Güneş benzeri yıldızların etrafındaki gezegenlerin saptanması gerekmektedir. Birçok yıldızın etrafında gezegen varlığı gözlemsel olarak bilinse bile buradaki yaşam ile ilgili bilgiler kesinlik kazanmamıştır. Bunun temel nedeni, gözlemsel zorluktur. Güneş sisteminde dış gezegenler bile çok zor belirlenmiştir. Bu zorluk iki temel nedenden kaynaklanmaktadır:

1. Gezegenler görsel ışınım yaymayan karanlık cisimlerdir. Ancak bulunduğu sistemin merkezindeki yıldızdan aldıkları ışığı yansıtırlar. Bu da dev gezegenler için bile merkezdeki yıldızın toplam ışığının milyonda birini geçmez.

2. Yıldızlar çok uzaktadır.

Samanyolu gök adamızda yaklaşık yüz milyar yıldız vardır. Güneş benzeri çok sıcak olan ve çok soğuk olmayan yıldızların sayısı üç milyara yakındır. Bunlardan iki milyarında gezegen sistemleri olduğunu ve onda birinde yaşama uygun gezegenler bulunduğunu varsaysak bile yine de yaşama elverişli gezegenleri olabilecek 200 milyon kadar yıldız olmalıdır. Bu sayı bile gök adamızda yalnız olmadığımız konusunda bir fikir verebilir. Bu istatistiğe göre bulunduğumuz yerden 20 ışık yılı uzaklıkta yaşam barındıran bir iki gezegen bulunabilir. Yıldızlar arası uzaklıklar o kadar fazladır ki bırakın o canlılarla iletişim kurmayı, gezegenlerin varlığı bile ancak son yıllarda gözlemsel olarak saptanabilmiştir. Aslında iletişim kurabilmek için oralarda canlı bulunması yetmez. İletişim kurabilecek yetenekte canlıların bulunması gerekir. İletişim kurmak istediğimiz Dünya dışı canlıların da yıldızlar arası iletişimde bulunabilecek teknolojiyi kurmuş olmaları gerekir.

1973 ve1974 yıllarında fırlatılan Pioneer 10 ve 11 uzay araçlarına Dünya dışı uygarlıklardan birinin eline geçebilir düşüncesiyle Dünya'yı tanıtan metal levhalar yerleştirilmiştir. 1977 yılında fırlatılan Voyager 1 ve Voyager 2 uzay araçlarına ise aynı düşünceyle iki saat süren ses kayıtları, kodlanmış fotoğraflar ve ilginç slaytlar yerleştirilmiştir. Bu uzay araçları, şimdi güneş sisteminin dışında boşlukta yol almaktadır.

Bugünkü teknoloji ile yakın yıldızlara yolculuk çok uzun zaman alır. İyi planlanmış uzay araçları ile bu tür yolculuklar yeni nesillerle devam ettirilebilir. Güneş anakol yaşamının henüz yarısındadır Dünya'da bugünkü teknolojinin kurulduğu süre, kayıtlı tarihe göre çok kısadır. Buna göre yıldızlar arası yolculuğu gerçekleştirebilecek teknolojiyi geliştirmek için daha çok zamanımızın olduğu söylenebilir. Diğer dünyalara gitme yerine önce iletişim kurmaya çalışmak daha az maliyetli olduğu için çeşitli projeler oluşturulmuştur.

Elektromanyetik tayfın radyo bölgesi olası dünya dışı uygarlıklarla iletişim kurmak için en uygun bölgedir. Dünya dışı canlılar, amaçlı olarak uzaya mesajlar gönderiyorsa özel frekanslar seçmiş olabilirler. Bu frekanslar gürültüden uzak ve Dünya atmosferindeki su buharı soğurmasından en az etkilenen bölgedir.

Astronomlar, radyo bölgede en çok 21 cm dalgaboyunda (1 420 MHz frekans) gözlem yapmaktadır. Nötr hidrojenin bu dalga boyunda yaydığı ışınımla gök adadaki hidrojen dağılımı incelenmektedir. Hidrojen, evrende en bol element olduğuna göre Dünya dışı uygarlıklar iletişimde bu dalgaboyunu seçmiş olabilir. Gök adamızla iletişim kurabilecek sadece birkaç uygarlık olsa bile bugün insanlık radyo bölgede gönderilecek sinyalleri yakalayabilecek düzeydedir (Görsel 6.37).

Görsel 6.37
Dünya'nın en büyük sabit radyoteleskobu 2016 yılında Çin'de kurulmuştur.

Gelecekte yapılması planlanan Cyclops (Saykılops) projesine göre her biri 100 m çapında, uygun şekilde dizilmiş 1 000 - 2 500 teleskop belli dalga boylarında gök adayı tarayacaktır. Böyle bir anten dizisi gök adamızın her yerinden sinyal alabilecek güçtedir (Görsel 6.38).

NASA, daha küçük boyuttaki SETI (Dünya Dışı Akıllı Canlı Arayışı) Projesi'ni desteklemektedir. 1992 yılında uygulanan bu projeyle Dünya'dan 25 parsek (82 ışık yılı) uzaklık içinde Güneş benzeri 800 yıldız, 1998 yılına kadar dönüşümlü olarak 1 000 - 3 000 MHz frekans aralığında izlenerek daha düşük duyarlıkla 1 000 -10 000 MHz frekans aralığında tüm gökyüzü taranacaktır. Bu projede var olan büyük radyoteleskoplar (çapları 45 - 300 m arasında olanlar) kullanılmaktadır.

Görsel 6.38
Radyoteleskop anten dizisi "çok büyük dizi" (Very Large Array, VLA).

Uzay bilimlerinin alt dallarından biri olan astrobiyoloji; uzaydaki yaşam ve bu yaşamın merkezi, dağılımı ve geleceğine yönelik bilimsel çalışma yapan bir alandır.

Astrobiyolojinin ilgilendiği konular şu sorular üzerine kurulmuştur:

1. Canlı sistemleri nasıl ortaya çıkmıştır?
2. Yaşanabilir çevreler nasıl oluşmuş ve nasıl evrimleşmiştir?
3. Dünya dışındaki ortamlarda yaşam var olabilir mi?
4. Gezegenimiz dışında bir karasal yaşam nasıl var olur, bu adaptasyon ne şekilde gerçekleşir?

Astrobiyolojinin Amaçları:

1. Doğayı, evrende yaşanabilir çevrelerin dağılımını anlamak (yaşanabilir gezegenlerin evrimi ve oluşum modeli, güneş sistemi dışındaki gezegenlerin dolaylı ve doğrudan astronomik gözlemi),
2. Geçmişte var olmuş ve şu an var olan yaşanabilir alanlar, biyolojik öncüllerin kimyasını ve Güneş sistemimiz içinde var olabilecek yaşam sinyallerini araştırmak (Mars araştırmaları, güneş sistemi araştırmaları),
3. Dünya'daki geçmişte var olan yaşamın değişen gezegen ve Güneş sistemi çevresiyle nasıl bir etkileşimde olduğunu anlamak,
4. Yaşama ait evrimsel mekanizmaları ve çevresel limitleri anlamak,
5. Dünya'daki ve Dünya dışındaki yaşamın geleceğini şekillendiren prensipleri anlamak,
6. Dünya'nın ilk oluşumundaki ve diğer dünyalar üzerindeki yaşam izlerinin nasıl tanınacağına karar vermektir.

İnsanlığın Dünya dışı uygarlıklara ulaşma olasılığı hem bugün hem de gelecekte yıldızlar arası uzaklıkların çok fazla olması nedeniyle oldukça zayıftır. Aynı nedenle Dünya dışı uygarlıkların da gelip Dünya'yı ziyaret etme olasılığı oldukça zayıftır. Dünya dışı uygarlıklardan bir mesajın algılanması insanlık tarihinin en büyük olayı olacaktır.

ETKİNLİK 6.4

- Sınıftaki öğrenciler evrende Dünya dışında başka hayat olup olmadığını tartışmak için iki gruba ayrılır.
- Gruplardan biri Dünya dışında yaşam olduğunu, diğeri yaşam olmadığını savunur.
- Gruplar gerekçelerini kendi aralarında tartışır, sonuçları maddeler hâlinde yazar. Sınıfa sunar.

6.5. UZAYA SEYAHAT VE UZAYDA YERLEŞİM

5N 1K

İLK UZAY TURİSTİ

28 Nisan 2001 tarihinde Amerikalı iş adamı Dennis Tito'yu taşıyan Soyuz uzay aracı, Kazakistan'ın Baykonur Uzay Üssü'nden Türkiye saati ile 10.37'de fırlatılarak 6 gün sürecek olan uzay yolculuğuna başladı (Görsel 6.39). Böylece Tito dünyadaki ilk uzay turisti olma ünvanını kazanmış oldu. 61 yaşındaki Dennis Tito, altı gün sürecek uzay serüveni için Ruslara 20 milyon dolar ödedi. Dennis Tito uzaydaki ilk 24 saatini değerlendirdiği basın açıklamasında, uzay mekiğinin kalkışı sırasında fazla sallantı olmadığını ve heyecanlanmadığını söyledi. Amerikalı işadamı, uzayda bulunmanın tarif edilemez bir duygu olduğunu anlattı. Uzaya gitmek için insanüstü özelliklere gerek olmadığını belirten Tito herkesin uzay yolculuğuna çıkabileceğini savundu.

Görsel 6.39 Dennis Tito.

Gelişen bilim ve ilerleyen teknolojiyle birlikte roket ve uzay araçlarıyla uçmak ya da seyahat etmek artık sıra dışı olmaktan çıkmıştır. Uzay seyahatleri için özel firmalar kurulmuş ve bu firmalar sınırlı sayıda uzay turistini uzaya götürüp getirmiştir. 28 Nisan 2001'de Rus Soyuz kapsülü ile Kaliforniyalı Dennis Tito uzaya ilk çıkan turist olmuştur. Uzaya çıkan ilk kadın turist ise 2006 yılının Ekim ayında Rusların misafiri olan İran asıllı Amerikalı Anousheh Ansari'dir. Uzaya seyahat amaçlı gitmek için çok üstün yeteneklere sahip olma şartı yoktur. Ancak uzay çalışmalarına katılmak için belirli özelliklere sahip olmak gerekmektedir.

	ASTRONOT OLMANIN KOŞULLARI	
	Pilot Astronot Olmanın Koşulları	**Alan Uzmanı Astronot Olmanın Koşulları**
Mezuniyet	Geçerli bir kurumdan mühendislik, biyoloji bilimleri, fizik bilimleri veya matematik alanında mezuniyet diploması. Üstün derece ile mezuniyet tercih nedenidir. Akademik hazırlığın niteliği önemlidir.	Geçerli bir kurumdan mühendislik, biyoloji bilimleri, fizik bilimleri veya matematik alanında mezuniyet diploması. Diplomadan sonra alanında aralıksız en az 3 yıl ve sorumluluk gerektiren mesleki deneyim. Üstün derece ile mezuniyet tercih nedenidir ve kısmen veya tamamen deneyim gerekliliğinin yerine geçebilir. Yüksek lisans derecesi = 1 yıllık deneyim, doktora derecesi= 3 yıllık deneyim. Akademik hazırlığın niteliği önemlidir.
Uçuş Deneyimi	Jet uçağında en az 1 000 saatlik uçuş amirliği. Uçuş kontrol deneyimi gereklidir.	Uçuş deneyimi zorunlu değildir.
Sağlık ve Fiziksel Özelliklerle İlgili Koşulları	Askerî veya sivil uçuş sağlık kontrolünde olduğu gibi NASA'nın uzay sağlık kontrolünden geçebilme yeterliliği.	Askerî veya sivil uçuş sağlık kontrolünde olduğu gibi NASA'nın uzay sağlık kontrolünden geçebilme yeterliliği.
	Her bir göz için mükemmel uzak görüş keskinliği	Her bir göz için mükemmel uzak görüş keskinliği.
	Oturma pozisyonunda kan basıncı: 140 / 90 mmHg	Oturma pozisyonunda kan basıncı: 140 / 90 mmHg
	Boy: 155 - 188 cm	Boy: 146 - 190 cm

Pek çok astronot uzayda ilk birkaç gün uzay tutmasına yakalanır. Geçici bir süre denge sistemlerini kaybeder. Binlerce kilometre yükseklikte daracık kapsüller içinde yaşamaya çalışan astronotlar yörüngede her şeyin tam bir eğlenceye dönüştüğünü ifade etseler de orada yaşam bir o kadar da zordur (Görsel 6.40 ve 6.41). Dünya'dakinin aksine ağırlıksız ortamda kan, astronotun başında birikir. Kafatasında artan basınç yüzün şişmesine yol açar. Bacaklar, azalan sıvı basıncı nedeniyle incelir.

Görsel 6.40
Uzay istasyonunda eğlence.

Görsel 6.41
Uzay istasyonunda yaşam.

Yer çekimi kuvveti ortadan kalkınca omurgadaki esnek diskler ve onlarla birlikte bütün bel omuru esnemeye başlar. Böylece ağırlıksız ortam, boynun birkaç santim uzamasına neden olur. Bu da sırt ağrılarını beraberinde getirir. Bu nedenle astronotlar yeryüzüne indikten sonra yürütülmeden özel bakım çadırına götürülür.

Görsel 6.42
Uzay istasyonunda sıvı tüketme.

Görsel 6.43
Uzay istasyonunda yemek yeme.

Astronotların bardaktan bir şey içmesi olanaksızdır. Sıvı, bardağı ters çevirdiğinizde bile dökülmez. Bu nedenle uzayda içecekler pipetle içilir (Görsel 6.42). Dünya'dakinden farklı olarak yemek yedikten sonra yiyeceklerin midenin içinde hareket ettiği hissedilir (Görsel 6.43).

Görsel 6.44
Uzay istasyonunda spor yapma.

Görsel 6.45
Uzay istasyonunda uyku.

Uzay yolculuğunun süresi uzadıkça daha az kullanıldığı için kas ve kemikler zayıflamaya başlar. Uzun süreli görevlerde fiziksel zayıflamaya karşı her gün bisikletin üstünde saatlerce pedal çevirerek kaslarını güçlendirmeye çalışırlar (Görsel 6.44). Birçok astronot, ilk günün akşamında yatmak için uyku tulumuna girdiğinde gözlerini kapattıkları hâlde yıldız kümeleri görmeye devam ettiklerini ifade etmiştir (Görsel 6.45). Uzaydaki güçlü parçacık ışıması, göze kadar ulaşır; orada ışık patlamalarına yol açar. Yeryüzünde ise bu ışıma, atmosfer tarafından geriye yansıtılır.

ETKİNLİK 6.5

- İnsanlı bir uzay aracının seyahat sürecinde görev alan kişilerin mesleki unvan ve görev alanlarını bire bir eşleyiniz.

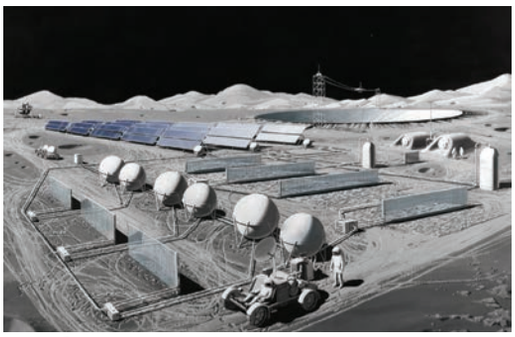
Bilgisayar Yazılım Uzmanı	Uzay aracının yapım aşamasında bulunmuş ve elektronik aksam konusunda bilgi sahibi, fırlatma aşamasında da olası elektronik sorunları giderebilecek teknik alt yapıya sahip kişidir.
Finans Uzmanı	Uzay aracının gönderilme aşamasında uçuşla ilgili her tür sorumluluğu üstlenen gerekli uçuş eğitimi almış uçuş organizasyonunu yapan kişidir.
Astronom	Uzay aracının yapım ve gönderilme aşamasında gerekli mali ve finansman takibini yapan, harcama ve mali dengeleri kontrol eden uzman kişidir.
Uçuş Direktörü	Uzay aracının uçuş esnasındaki hava koşullarını araştıran, meteorolojik koşullara göre fırlatma gününü belirleyen uzman kişidir.
Astronot	Uzay aracının yapım aşamasında bulunmuş, bilgisayar ve bilgisayar yazılımı konusunda bilgi sahibi, fırlatma aşamasında da olası bilgisayar sorunlarını giderebilecek teknik alt yapıya sahip kişidir.
Meteoroloji Uzmanı	Güneş sistemini oluşturan gök cisimlerinin yanı sıra evrende bulunan gök cisimlerinin de hareketlerini, fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştıran ve inceleyen ayrıca bir uzay aracının uzaya gönderilmesi sürecinde rol alarak aracın yörünge hesaplarını yapan kişidir.
Elektronik Mühendisi	Uzay araçlarıyla uzaya giden uzay çalışmalarına katkıda bulunan bu konunun pilotaj ve teknik eğitimini almış kişidir.

- Siz böyle bir grupta çalışacak olsaydınız hangi görevi alırdınız? Niçin?

6.6. UZAY KOLONİLERİ

5N 1K

Princeton Üniversitesi fizikçilerinden Gerard O'Neill, NASA Ames Araştırma Merkezi ve Stanford Üniversitesinin de desteğiyle 1970'lerde "uzay kolonisi" önerilerini tasarlamıştır. Güneş etrafındaki yörüngesinde dolaşacak olan bu dev uzay kentleri Dünya yaşanmaz hâle geldiğinde insanlığın devamı için son çare olarak düşünülmüştür. Hayalî olarak kurulan bu uzay kolonilerin; boyutlarının yaklaşık 30-35 km kadar olması, yaşam koşullarının ise çok kaliteli olacağı, temiz havalı, zengin ve yeşil yerler olarak düşünülmüştür (Görsel 6.46).



Görsel 6.46 Uzay kolonisi tasarımı.

Ekonomik ve teknolojik gücü olan ülkelerde çeşitli uzay programları yer almaktadır. Uzay programları içerisinde yapılması en olası proje Ay'da bir koloninin kurulmasıdır. Koloni kurmanın amacı Ay'a kalıcı şekilde yerleşmek ya da oradaki bazı madenleri Dünya'ya taşımak değildir. Esas amaç Mars ve daha uzak gezegenlere ya da bu gezegenlerin uydularına yapılacak uzay yolculuklarında Ay'ın bir rampa ya da istasyon hâlini almasıdır.

Koloni kurmanın gerekçelerinden bazıları; savaşlar, enerji ve besin kaynaklarındaki hızlı azalma ve artan nüfusun insan ırkını yok olmanın eşiğine getirmesidir. Dünya nüfusu her kırk yılda bir ikiye katlanmaktadır.

Teknolojik gelişmenin sonuçlarından biri de elektrik enerjisi tüketimidir. Elektrik tüketiminin doğaya verdiği zararın yanında sonunda enerji üretecek kaynakların bitmesi de söz konusudur. Nüfus artışı ile birlikte teknolojideki bu hızlı ilerleme birleşince Dünya'nın yaşanmayacak bir yer hâline gelme ihtimali insanlığı korkutmaktadır. Böylece insanlığın devamı için aranan çarelerden biri uzay kolonilerinin kurulmasıdır.

ETKİNLİK 6.6

- Öğrenciler bir uzay kolonisi tasarlamak için beş gruba ayrılır.
- Gruplar uzay kolonisini kurarken koloninin yeri, yaşam alanı, sağlığı, beslenmesi, inşası, enerji ve üretim gereksinimleri, ekonomisi, koloni yasaları gibi konularını göz önünde tutarak bunların nasıl olacağı konusunda ortak fikir oluşturur.
- Gruplar tasarladıkları uzay kolonisinin görselini, oyun hamurları ile maketini ya da bilgisayarda sunumunu hazırlayıp sınıfta sunar.
- Oylama yapılarak en iyi koloni seçilir.

ASTRO-NOT

Biyosfer II, 1991 yılında Arizona'da başlayan ve 200 milyon dolara mal olan bir projedir (Görsel 6.47). Bu projenin amacı, Ay'da ve Mars'ta insanlı istasyonların kurulmasına hazırlık yapmaktı. Biyosfer II'de sekiz kişilik bir ekip 12 000 m^2 lik kapalı bir ekosistemde iki yıl kadar yaşadı. Büyük sansasyonlara yol açan bu sistem; içerisinde tarım alanı, orman, okyanus, savana ve bir çöl ekosistemini barındırmaktadır.

Görsel 6.47 Biyosfer projesi.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Uzaya gönderilen ilk yapay uydu hangisidir?

A) Voyager B) Luna 2 C) Sputnik 1 D) Sputnik 2 E) Explorer 1

2. Aşağıdakilerden hangisi uzay çalışmalarının amaçlarından biri değildir?

A) Ülkedeki birçok sanayi kolunun gerektirdiği ileri teknolojinin gelişmesini sağlamak

B) Haberleşme uydularıyla telsiz ve telefon görüşmelerini sağlamak

C) Uyduları askerî amaçla kullanmak

D) Ülke ekonomisinin ne kadar güçlü olduğunu göstermek

E) Atmosfer dışına yerleştirilecek dev teleskoplarla evren ile ilgili araştırma yapmak

3. Aşağıdakilerden hangisi uzay çalışmalarında kullanılan temel araçlar arasında yer almaz?

A) Roketler B) Uydular C) Uzay istasyonları D) Jet motorları E) Uzay mekikleri

4. Uzay aracının gönderilme sürecinde aracın yörüngeye yerleştirilmesi ve yörüngede dolanımı ile ilgili hesapları hangi unvana sahip kişi yapar?

A) Astronot B) Astronom C) Bilgisayar yazılım uzmanı

D) Uçuş direktörü E) Meteoroloji uzmanı

5. NASA'nın "Dünya Dışı Yaşam" konusundaki çalışmaların yürütüldüğü programı aşağıdakilerden hangisidir?

A) ISEEC B) SETI C) RCI D) UIA E) SERA

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Uzay çalışmalarında kullanılan teknolojinin transferi ile yaşamımıza girmiş ve vazgeçilemez olan araçlar nelerdir?

2. Uyduların kullanım alanlarını maddeler hâlinde yazınız.

3. Bir uzay kolonisine neden ihtiyaç duyulduğunu açıklayınız.

4. Bir uzay uçuşunun gerçekleştirilmesinde astronom ve astronotun görevlerini ve önem derecelerini değerlendiren kısa bir yazı yazınız.

5. Astronot olma kriterlerini yazınız.

C. Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerlere en uygun sözcük ya da sözcük öbeklerini yazınız.

1. Uzaydaki olası yaşam formlarına yönelik bilimsel çalışma yapan alana ……denir.

2. Bugün uzayın en uzak mesafesinden alınmış en detaylı görüntü ……aracılığıyla elde edilmiştir.

3. 28 Ocak 1986 tarihinde kalkıştan yalnızca 73 sn sonra havada infilak eden uzay mekiğinin adı …… dır.

4. Bir gök cisminin etrafında dolanan herhangi bir diğer cisme …… adı verilir.

5. Roketlerde kullanılan ilk katı yakıt …… tur.

D. Aşağıdaki yargıları inceleyiniz. Doğru olan yargıların başına (D), yanlış olan yargıların başına (Y) yazınız.

1. ( ) Bir ülkede uzay çalışmalarına pay ayrılabilmesi için ülke ekonomisinin sağlam temeller üzerine oturtulması, istikrarlı olması ve doğru şekilde yapılandırılması gerekmektedir.

2. ( ) Uzay araştırmaları ileri teknoloji gerektirir.

3. ( ) Roketlerin uç kısmının hava sürtünmesini azaltacak özel bir maddeden yapılması gerekmez.

4. ( ) Jet motorları ile roketlerin çalışma prensibi aynıdır.

5. ( ) Tarihte roketle dikey uçuş, başarıyla ilk olarak İstanbul'da gerçekleştirilmiştir.

CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE

A)

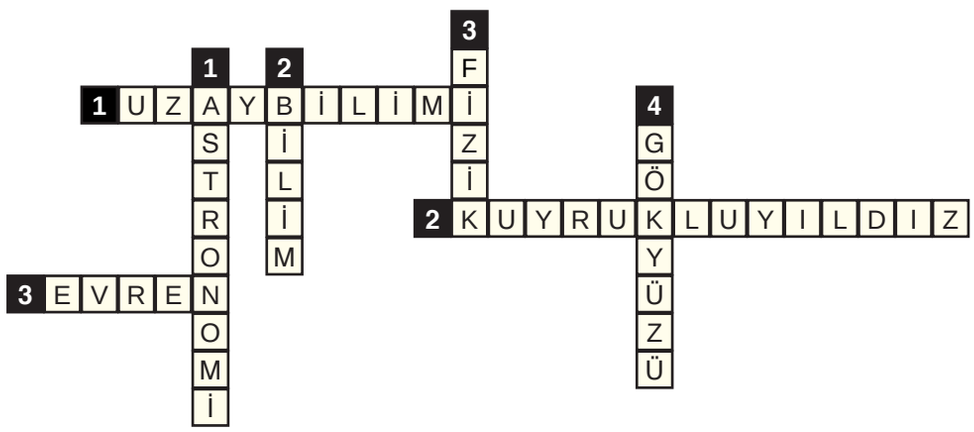
1. A 2. E 3. C

C)

1. atmosfer 2. madde 3. yayılan 4. objektif

5. radyo, mikrodalga, kızıl ötesi, görünür ışık, mor ötesi, X ışınlar, gama ışını

Bulmaca:



2. ÜNİTE

A)

1. C 2. E 3. A 4. C 5. D

C)

1. güneş 2. beyaz cüce 3. boyutları 4. göreceli 5. hidrojen

D)

1. Doğru 2. Yanlış 3. Yanlış 4. Doğru 5. Doğru

3. ÜNİTE

A)

1. E 2. B 3. D 4. E

C)

1. seksen sekiz 2. çevren 3. gök cisimleri 4. gök kürenin

D)

1. Yanlış 2. Doğru 3. Doğru 4. Doğru

E)

1.

Kon Düzeneği	Temel Düzlem	Başlangıç Yarı Çemberi	Yatay Açının Adı ve Sembolü	Düşey Açının Adı ve Sembolü
Çevren	Çevren	Güney noktası	Azimut	Yükseklik
Eşlek	Gök eşleği	Koç noktası	Sağ açıklık (α)	Dik açıklık
Tutulum	Tutulum düzlemi	Koç noktası	Tutulum enlemi	Tutulum boylamı

2.

GÖZLEM YERİNİN ENLEMİ (Derece)	YILDIZIN DİK AÇIKLIĞI (Derece)	DURUMU
0	+30	☐ Doğup batan yıldız
10	-20	☐ Doğup batan yıldız
20	-40	☐ Doğup batan yıldız
30	+10	☐ Doğup batan yıldız
40	-80	☐ Doğmayan yıldız
50	+50	☐ Batmayan yıldız
60	+75	☐ Batmayan yıldız
70	+15	☐ Doğup batan yıldız
80	-60	☐ Doğmayan yıldız
90	-30	☐ Doğmayan yıldız

3.

ŞEHİRLER	ENLEM	BOYLAM
Ankara	Kuzey 39°52′00″	Doğu 32°52′00″
Lefkoşa	Kuzey 35°10′00″	Doğu 33°22′00″
Londra	Kuzey 51°30′28″	Batı 00°07′41″
Sidney	Güney 33°51′35″,9	Doğu 151°12′40″
Bogota	Kuzey 04°35′53″	Batı 74°14′33″
Rio	Güney 22°54′00″	Batı 43°14′00″

4. ÜNİTE

A)

1. A 2. B 3. E 4. D

C)

1. takım yıldızlara 2. yirmi üç, yirmi yedi 3. kutup yıldızı 4. Ay

D)

1. Yanlış 2. Yanlış 3. Doğru 4. Yanlış

E)

Yukarıdan aşağıya sırayla ayın evreleri: Hilâl, Dolunay ve Sondördün.

5. ÜNİTE

A)

1. E 2. B 3. D 4. C 5. B

C)

1. 111 2. kavuşul ay 3. miladi takvim 4. 11 5. 300

D)

1. Doğru 2. Yanlış 3. Doğru 4. Yanlış 5. Yanlış

6. ÜNİTE

A)

1. C 2. D 3. D 4. B 5. B

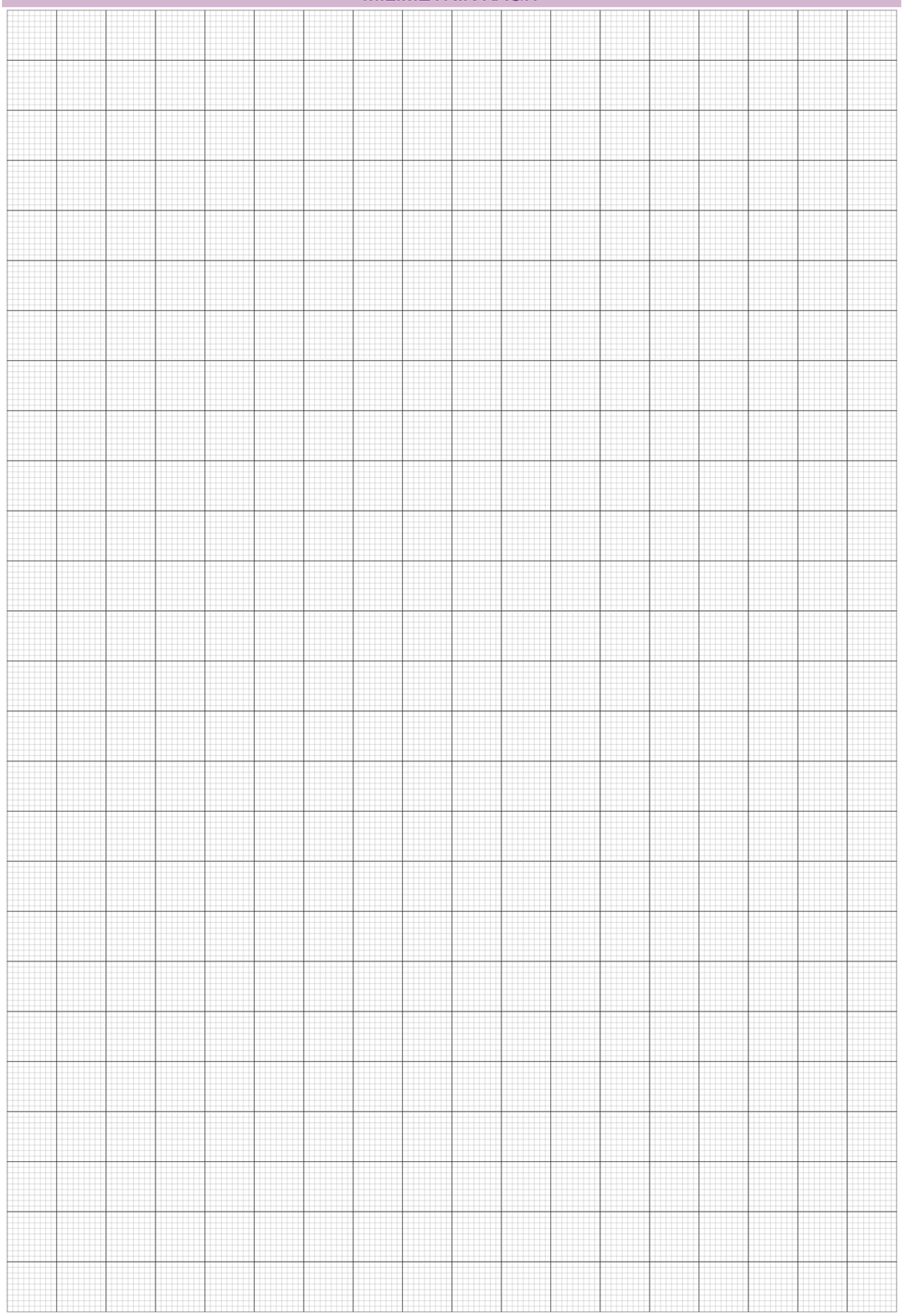
C)

1. astrobiyoloji 2. Hubble 3. Challenger 4. Uydu 5. Barut

D)

1. Doğru 2. Doğru 3. Yanlış 4. Yanlış 5. Doğru

MİLİMETRİK KÂĞIT



ASTRONOMİ TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ

A

açısal çap: Ay ve Güneş gibi gök cisimlerinin gerçek çap uçlarını gözlemciye birleştiren iki doğru arasındaki açı.

açısal uzaklık: İki cismi gözlemciye birleştiren doğrular arasındaki açı.

angström: Işığın dalga boyu ölçümünde kullanılan uzunluk birimi (10^{-8} cm).

astronom: Astronomi bilimi ile ilgilenen bilim insanı.

astronomi birimi (AB): Dünya ve Güneş merkezi arasındaki ortalama uzaklıktır. Kısaca AB ile gösterilir ($1 \text{ AB} = 149{,}6 \cdot 10^6$ km).

astronot: Uzay araçları ile uzaya giderek uzay çalışmalarına katkıda bulunan kişi.

ayakucu: Gözlemcinin bulunduğu noktadaki düşey doğrultusunun, gök küresini deldiği kabul edilen noktalardan, gözlemcinin çevren düzlemi altında bulunan nokta, nadir.

azimut: Bir gök cisminden geçen düşey daire ile gözlem noktası meridyen dairesi arasındaki açı. Çevren düzleminde güney noktasından başlayarak saat ibresi yönünde ölçülür.

B

başucu: Gözlemcinin bulunduğu noktadaki düşey doğrultusunun, gök küresini deldiği kabul edilen noktadan, gözlemcinin çevren düzlemi üstünde bulunan nokta, zenit.

beyaz cüce: Yüzey sıcaklığı yaklaşık 100.000 K olan, birkaç bin kilometre çapında küçük yıldız. Güneş benzeri yıldızların evriminin son basamağı. Enerji üretimi durduğu için soğuma sürecinde olan cisimlerdir.

burçlar kuşağı: Gök küresinde, tutulumun geçtiği ve üzerinde on iki burcun eşit aralıklarla dağıldığı kuşak.

büyük patlama: On beş milyar yıl önce sonsuz yoğunluktaki bir noktadan evrenin patlaması.

Ç

çevren: Gözlemcinin bulunduğu noktadan yer yuvarlağına çizilen teğet düzlemin gök küresi ile ara kesit dairesi.

çift yıldız: Birbirinin çekim etkisinde bulunan ve böylece ortak kütle merkezi çevresinde dolanan yakın iki yıldız.

D

dış gezegenler: Yörüngesi yer yörüngesinin dışında kalan gezegen (Mars, Jüpiter ve sonrası).

dış merkezlik: Bir konik üzerindeki noktaların odağa ve doğrultmana uzaklıkları oranı. Elips ve hiperbolde bu oran, odaklar uzaklığının büyük eksene oranına eşittir.

dik açıklık: Herhangi bir gök cisminin, gök eşleği düzlemine göre açısal uzaklığı.

doppler etkisi: Bir ışık (veya ses) kaynağı bizden uzaklaşır ve bize yaklaşırken dalga boyu yani frekansı kayar. Uzaklaşıyorsa görünür dalga boyları kırmızıya (uzun dalga boylarına), yaklaşıyorsa maviye (kısa dalga boylarına) kayar.

dönence: Ay ya da Güneş'in görünen hareketlerinde gelip geri döndüğü yer ya da daire; yaz dönencesi, kış dönencesi gibi.

E

en beri noktası: Yörünge hareketi sırasında bir cismin, yörüngenin odağına en yakın olduğu nokta. Örneğin, Dünya çevresinde elips yörüngesinde dolanan bir uydunun yörüngesi üzerinde Dünya'ya en yakın olduğu nokta.

en öte noktası: Yörünge hareketi sırasında, bir cismin, yörüngenin odağına en uzak olduğu nokta. Örneğin, Dünya çevresinde elips yörüngesinde dolanan bir uydunun yörüngesi üzerinde Dünya'ya en uzak olduğu nokta.

eşlek: bk. gök eşleği.

evren: Bütün yıldızları, gök adaları, kümeleri, gaz ve bulutları içine alan maddeyle dolu uzayın bütünü.

G

gezegen: Güneş çevresinde dolanan, ondan aldıkları ışığı yansıtan gök cisimlerinin ortak adı. Duran yıldızlara göre sürekli olarak yer değiştirirler.

gezegenimsi bulutsu: Kırmızı bir dev yıldızın dış katmanlarını uzaya püskürtmesi sonucu oluşan, merkezdeki sıcak ve sıkı yıldız tarafından aydınlatılan gaz kabuk.

gök ada: Milyonlarca yıldızdan, yıldız kümelerinden, bulutsu ve gaz bulutlarından oluşmuş, Samanyolu gibi bağımsız uzay adası.

gök eşleği: Yer eşleğinin gök küre ile ara kesiti.

gök uçlağı: Dünya dönme ekseninin gök küresini deldiği nokta. Örneğin, gök kuzey uçlağı (gök kuzey kutbu) ve gök güney uçlağı (gök güney kutbu).

Greenwich: Londra'nın doğusunda bir şehir. Şehrin üzerinden geçen meridyen başlangıç meridyeni (sıfır meridyeni) olarak kabul edilir.

gün dönümü: Gecelerin uzamadan kısalmaya (22 Aralık) ya da kısalmadan uzamaya (22 Haziran) dönmesi olayı bu dönmenin olduğu tarih.

güneş saati: Bir çubuğun gölgesiyle zaman belirleyen basit saat.

güneş takvimi: Güneş'in görünürdeki günlük ve yıllık hareketlerine göre düzenlenen takvim.

H

halo: Gök adayı içine alacak şekilde yıldız kümelerinin oluşturduğu küresel yapıdır.

Hertzsprung-Russel (H-R) Diyagramı: Yıldızların tayf türlerine, renklerine etkin sıcaklıklarına ve ışınım güçlerine göre sınıflandırılmasının grafikle gösterimi.

hilal: Ay'ın ilk ve son günlerindeki görünüm durumu.

I

ılım noktaları (ekinoks): Gece ile gündüzün eşit olması. Güneş'in eşlekle tutulumun kesim noktalarından birine geldiği an.

ıraksım: Farklı iki yerden, uzaktaki bir noktaya yönelmiş iki doğrultu arasındaki açı. Gözlenen nokta ne kadar uzakta ise ıraklık açısı da o kadar küçük olur. Gök bilimde Ay, Güneş, gezegenler ve yıldızlar için bu açı dolaylı yoldan ölçülerek uzaklık hesabı yapılır.

ışık eğrisi: Değişen yıldızların görünen parlaklıklarının zamana bağlı olarak değişimini gösteren grafik.

ışık yılı: Işığın bir yılda aldığı yol (1IY = $9{,}46 \times 10^{12}$ km).

İ

iç gezegenler: Yörüngesi yer yörüngesinin içinde kalan gezegen (Merkür, Venüs).

ilkbahar noktası: Güneş'in görünen yıllık deviniminde gök eşleği ile tutulumun kesim noktalarından biri. (Güneş yaklaşık olarak 21 Mart'ta bu noktaya gelir.)

itki: Bir kuvvetin çok kısa bir süre için etkimesi durumunda, kuvvetin büyüklüğü ile etki süresinin çarpımı

J

Julien takvimi: Julius Cesar'ın düzenlettiği gün takvimi. Bu takvimde dörde bölünebilen yıllar 366 gün, bölünmeyenler de 365 gün alınır. Bugün kullandığımız takvim bunun düzeltilmiş biçimidir.

K

kadir: Yıldızların parlaklık sırasını belirten ölçek. İlk tanımını Hipparchus (Hipokus) yapmıştır. Buna göre çıplak gözle görülen yıldızlar birinci kadirden (m = 1), en sönükleri de altıncı kadirden (m = 6) kabul edilmiş, aradakiler de azalan parlaklığa göre sınıflandırılmıştır.

kara cisim: Üzerine düşen bütün ışığı hiç yansıtmadan olduğu gibi soğuran sanal cisim.

kara delik: Evrende bulunduğu sanılan en yoğun ve ışığın bile kaçıp kurtulamadığı madde.

kış dönencesi: Güneş'in gökyüzünde yaptığı görünen yıllık harekette güneyden kuzeye dönüş yaptığı yer. Bu yerin ekvatora göre açısal uzaklığı -23° 27' dır. Dönüş 22 Aralık'ta olur. Bu tarihe değin kısalan günler, bundan sonra uzamaya başlar.

kon düzeneği: Koordinat sistemi.

kozmolog: Kozmoloji bilimiyle uğraşan kişi.

kozmoloji: Evrenin yapısını ve gelişimini inceleyen bilim dalı.

kuyruklu yıldız: Zaman zaman göğümüzü ziyaret eden, parlakça, bulutumsu yapıda, bir başı, bir ya da birkaç kuyruğu olan gök cismi.

küçük gezegen: Bilinen dokuz büyük gezegene göre çok daha küçük olan (en büyüğünün çapı

770 km), Güneş çevresinde dolanan gökcisimlerinden her biri.

M

miladi tarih: Hz. İsa'nın doğumunun yaklaşık olarak dördüncü yılını başlangıç olarak alan yılların belirttiği tarih.

milattan sonra: Miladi tarih başlangıcından bu yana sayılan yıllara göre belirtilen tarih.

milattan önce: Miladi tarih başlangıcından geriye doğru sayılan yıllara göre belirtilen tarih.

mor ötesi: Dalga boyu mor renkli ışığınkinden daha kısa (yaklaşık 4000 A° dan küçük) olan ışık.

mutlak parlaklık: Salt parlaklık (bk. salt parlaklık).

N

nadir: bk. Ayakucu.

nötron yıldızı: Maddenin, nötronları birbirine değecek kadar sıkışık hâlde olduğu, yalnızca 10-20 km çapındaki küçük, ölü yıldız.

O

ortalama güneş günü: Ortalama, Güneş'in öğlenden art arda iki geçişi arasındaki zaman süresi; 86400 saniye.

Ö

örten çift yıldız: Tek bir yıldız gibi görünen iki ya da daha çok yıldızdan oluşmuş, kütle merkezi çevresindeki dolanma hareketleri sırasında birbirlerini örtmelerinden ötürü parlaklık değişmesi gösteren çift yıldız ya da çoklu sistemler.

P

parçalı ay tutulması: Ay'ın yalnız bir parçasının yerin gölge konisine girip çıkması sonucu görülen, Ay tekerinin yalnız bir parçasının kararıp tekrar açılması olayı.

parçalı güneş tutulması: Güneş tekerinin yalnız bir parçası üstüne Ay gölgesinin düşmesi sonucu görülen gün tutulması.

parlaklık: Bir ışık kaynağının; yıldızın verdiği ışığın alıcı (göz, fotoğraf plağı, ışık göze) üzerinde yaptığı etki.

parsek: Yer yörüngesinin yarı büyük eksenini bir açı saniyesinde gören uzaklık: 1pc = 3.26 IY = 206265 AB = $3{,}1 \cdot 10^{13}$ km

R

radyo astronomi: Radyo teleskoplarıyla yıldızlardan gelen radyo ışınlarını inceleyen astronomi dalı.

S

saat açısı: Bir yıldızın saat çemberinin, gözlem yerinin öğlen çemberine göre batı yönünde yaptığı açı.

saat çemberi: Bir yıldızdan ve gök uçlaklarından geçen yarı büyük çember.

sağ açıklık: Bir yıldızdan geçen saat çemberinin ilkbahar noktasının saat çemberine göre doğu yönünde yaptığı açı. Sağ açıklık genellikle saat biriminde 0 saat ile 24 saat arasında ifade edilir.

salt parlaklık: Bir yıldızın 10 parsek uzaklığa indirgenmiş parlaklığı.

süpernova: Parlaklığı birdenbire değişerek parlayan yıldız.

T

tam tutulma: Ay, Güneş ya da herhangi bir gök cisminin örtülerek bir süre karanlık kalması.

tan olayı: Güneş çevren düzleminin altındayken gökyüzünün kısmen aydınlık olma durumu.

tayf: Işığın bir prizmadan geçtikten sonra oluşturduğu renkli bant, ışığın dalga boylarına (renklerine) göre ayrışarak oluşturduğu sıra.

tayf sınıflaması: Yıldızları, tayflarında görülen görünüş ve özelliklerine göre sınıflara ayırma.

tutulum: Bir yıl boyunca Güneş'in gök küresi üzerinde çizdiği çemberin sınırladığı daire.

U

usturlab: Güneş ve yıldızların çevren yüksekliklerini ölçüp buradan zaman hesabı yapmayı sağlayan eski bir gözlem aracı.

uydu: Bir gezegenin çevresinde dolanan (doğal ya da yapma) başka bir cisim (doğal uydu, yapma uydu).

uzaklık modülü: Bir gök cisminin salt parlaklığı "M" ile görünen parlaklığı "m" arasındaki fark, bu fark cismin bizden olan **r** uzaklığının ölçüsüdür.

uzay: Gözlem aletleri ile ulaşılabilen nokta arasındaki varlık alanı başka bir ifade ile bütün gök cisimlerinin bulunduğu boşluk, feza.

uzay gemisi: Dünya ötesine çıkıp dolaşan uzay aracı.

Ü

üst geçiş: Günlük hareketi sırasında bir gök cisminin, günlük çemberinin en büyük çevren yüksekliğine sahip olan noktasından geçişi. Bu nokta gözlemcinin öğlen çemberi üzerindedir. Bu nedenle buna öğlenden üst geçiş de denir.

üst kavuşum: İç gezegenlerin yer-Güneş-gezegen olmak üzere bir doğrultuya gelmeleri.

Y

yapay uydu: İnsanlar tarafından yapılarak Dünya'nın ya da başka bir gök cisminin etrafında yörüngeye oturtulan cisim.

yaz dönencesi: Güneş'in gökyüzünde yaptığı görünen yıllık hareketinde kuzeyden güneye dönüş yaptığı yer. Bu yerin Ekvator düzlemine göre açısal uzaklığı 23°27' dır. Dönüş, 21 Haziran'da olur. Günler bu tarihten sonra kısalmaya başlar.

yeğinlik: Birim alandan, birim zamanda geçen enerji miktarı.

yer eşleği: Yerin merkezinden geçen ve dönme eksenine dik olan düzlemin yeryüzü ile ara kesiti olan büyük çember. Yer eşleği, yeri iki yarım küreye ayırır (kuzey yarım küre ve güney yarım küre).

yıldız: Gökyüzüne serpilmiş ışıklı noktalardan her biri.

yıldızlar arası madde: Yıldızlar arasındaki uzaya dağılmış olan toz, gaz gibi maddelerin bütünü.

yoldaş yıldız: Bir çift yıldızın kütle bakımından küçük olan bileşeni.

yörünge: Bir gök cisminin hareketi boyunca uzayda çizdiği yol.

yörünge düzlemi: Yörüngenin daire, elips, parabol, hiperbol gibi bir düzlem çizgisi olması hâlinde belirttiği düzlem.

yükseklik: Bir yıldızın, bir gök cisminin çevren düzleminden yukarı doğru açısal uzaklığı; deniz yüzeyinden ya da herhangi bir düzlemden yukarı doğru uzaklık.

Z

zenit: bk. Başucu.

KAYNAKÇA

Açıkgöz, K. Ü., "Aktif Öğrenme", 9. Baskı, Kanyılmaz Matbaası, İzmir, 2007.

Airasian, P. W., "Classroom assessment (second edition)", McGraw – Hill, Inc, New york, 1994.

Astronomi Topluluğu, Astronomi Magazin Cilt 1, Ege Üniversitesi Astronomi Topluluğu, İzmir, 1992-1993.

Arslan (Gürsel), A., Tertemiz, N. , Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, Sayı:2, Cilt:4, Ankara, 2004.

Atılgan, H., "Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme (2. Baskı)", Anı Yayıncılık, 2007.

Bennet, J., Danohue, M., Schneider, N., Voit, M. , "The Essential Cosmic Perspective",

Pearson, Addison Wesler, San Francisco, 2005.

Esin, F., "Görsel Uzay ve Kozmolojiye Giriş", İ.Ü. Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul, 1993.

Evren S., "Genel Astronomi 1", Ege Üniversitesi, İzmir, 1998.

Evren S., "Genel Astronomi 2", Ege Üniversitesi, İzmir, 1998.

Garlik M.A., "Resimli Evren Atlası", NTV Yayınları, İstanbul, 2008.

Göker L., Öztürk, N., "Astronomi", Eğitim Enstitüleri Matematik Bölümü, Ankara 1977-1978.

Göker L., "Türk İslam Astronomi Bilginleri ve Gökyüzü Bilgileri", MEB Yayınları, İstanbul, 1995.

Gilmor, I., McBride, N. (Editörler), "An Introduction to the Solar System", Cambridge

University Pres, 2004.

Green, S. F., Jones, M. H. (Editörler), "An Introduction to the Sun and Stars", Cambridge

University Pres, 2004.

Haladyna, T. M., "Writing test items to evaluate higher order thinking",

Allyn and Bacon, Boston, 1997.

Jones, M. H., Lambourne, R. A. (Editörler), "An Introduction to Galaxies and Cosmology",

Cambridge University Press, 2004.

Karip, E., "Ölçme ve Değerlendirme (1. Baskı)", Pegam A Yayıncılık, Ankara 2007.

Hawking S., Ceviz Kabuğundaki Evren, Alfa Yayınevi, İstanbul, 2002.

Hawking S., Karadelikler ve Bebek Evren, Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1994.

Hawking S., Uzay ve Zamanın Doğası, Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1994.

Hawking S., Zamanın Kısa Tarihi, Doğan Yayıncılık, İstanbul, 2000.

Kızılırmak A., Gökbilim Terimleri Sözlüğü, Türk Dil Kurumu, Ankara, 1969.

Kızılırmak A., Gök Mekaniği, Ege Üniversitesi,İzmir, 1998.

Kızılırmak A., Küresel Gökbilim Ege Üniversitesi,İzmir,1998.

Kity F., "Stephen Hawking'le Zaman ve Uzayda Gezinti", Alkım Kitapçılık Yayımcılık, Ankara 1993

Murguzov M., Mehdiyev A., Abdurazaqov R., Zeynalov R., Etayi E., "Astronomiya", Maarif Neşriyyatı, Bakü, 2005.

Rowan-Robinson M., "Yıldızların Altında", TÜBİTAK, Ankara, 2002.

Taylor J., "Kara Delik", E Yayınları, İstanbul, 1992.

Vorontsov-Velyaminov B.A., "Astronomiya", Maarif Neşriyyatı, Bakı, 1996.

GÖRSEL KAYNAKÇA

Kapak Görseli https://www.nasa.gov/sites/default/files/images/576200main_s84-27017_full.jpg 23.03.2020 17:58

Kapak Alınıkları www.shutterstock.com, Görsel no: 425983702, 2 Mayıs 2019 12:38
www.shutterstock.com, Görsel no: 261420623, 7.08.2018 14:10

1. ÜNİTE:

1.1 http://waywiser.fas.harvard.edu/objects/11904/planispheric-astrolabe;jsessionid=FA4D3D5FCD161961E4D24C021DA33386 25.02.2020 11:05
1.2 Görsel tasarım uzmanı tarafından yapılmıştır. 10.11.2019 11:40
1.3 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 03.03.2020 15:38
1.4 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 03.03.2020 15:38
1.5 https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kirsehir/gezilecekyer/cacabey-medreses 03.03.2020 13:26
1.6 https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kirsehir/gezilecekyer/cacabey-medreses 03.03.2020 13:27
1.7 https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kirsehir/gezilecekyer/cacabey-medreses 03.03.2020 13:28
1.8 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 20.11.2019 20:32
1.9 https://www.insanokur.org/kopernik-kimdir-ve-ne-yapti/ 03.03.2020 13:56
1.10 https://www.aa.com.tr/tr/yasam/istanbulda-astronomi-ve-matematigi-canlandiran-bilgin-ali-kuscu/1339693 20.10.2019 20:26
1.11 https://manisarsh.saglik.gov.tr/TR,343582/ahmetli-ek-unitemizde-tarimsal-faaliyet.html 02.03.2020 13:02
1.12 https://www.e-education.psu.edu/earth111/node/671 10.11.2019 11:40
1.13 https://www.outdoorlife.com/catch-more-bass-at-night/ 02.03.2020 15:24
1.14 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir.13.11.2019 10:20
1.15 http://www.visualheritageproject.org/uploads/3/7/9/2/37926867/367668_orig.jpg 5.11.2019 12:21
1.16 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir.15.11.2019 14:25
1.17 https://www.design-is-fine.org/post/83748947087/galileo-galilei-drawings-of-the-moon-1609 02.03.2020 15:32
1.18 https://spacecentre.co.uk/blog-post/galileos-telescope-changed-our-view-of-the-solar-system/ 02.03.2020 15:37
1.19 https://skyandtelescope.org/astronomy-news/seeing-sunspots-as-the-ancients-did/ 20.10.2019 21:13
1.20 https://solarsystem.nasa.gov/news/853/how-ingredients-for-water-could-be-made-on-the-surface-of-moon/ 20.10.2019 21:19
1.21 https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=6623 20.10.2019 21:22
1.22 https://www.nasa.gov/sites/default/files/20141023_hmiic.jpg 20.10.2019 21:24
1.23 https://gallerix.org/album/Versailles/pic/glrx-1653880700 02.03.2020 13:15
1.24 https://www.mpg.de/7913340/Galileo_Galilei_telescope 21.02.2020 13:50
1.25 https://www.trtmarket.net/nostaljik-radyo-beyoglu 20.10.2019 21:32
1.26 https://www.pngarts.com/explore/59592 28.10.2019 19:11
1.27 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 7.11.2019 11:43
1.28 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 21.02.2020 14:20
1.29 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 4.11.2019 13:25
1.30 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 21.02.2020 14:20
1.31 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 21.02.2020 14:30
1.32 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 21.02.2020 14:50
1.33 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Refraktor_Wien_Kerschbaum_2.jpg 02.03.2020 16:31
1.34 http://www.jb.man.ac.uk/news/2003/royalvisit/ 20.10.2019 23:45
1.35 https://www.spacetelescope.org/images/hubble_in_orbit1/ 20.10.2019 23:49
1.36 https://solarsystem.nasa.gov/missions/soho/in-depth/ 20.10.2019 23:51
1.37 https://mcdonaldobservatory.org/news/gallery/smith-telescope-open-dome 02.03.2020 15:56

1.38 http://pngimg.com/download/12898 02.03.2020 16:04
1.39 https://solarsystem.nasa.gov/missions/hubble-space-telescope/in-depth/ 20.10.2019 23:36
1.40 https://public.nrao.edu/gallery/unique-radio-telescope/ 20.10.2019 23:37

2. ÜNİTE:

2.1 https://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/cosmic-winter-wonderland.html 21.10.2019 20:31
2.2 https://www.thevintagenews.com/2017/09/10/the-hoba-meteorite-estimated-at-66-tons-left-no-crater-when-it-fell-to-earth/ 21.10.2019 20:58
2.3 https://phys.org/news/2019-09-comet-gateway-solar-fundamental-evolution.html 02.03.2020 13:33
2.4 https://meteorites.ucla.edu/gallery/case-1/ 21.10.2019 20:42
2.5 https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fi.ytimg.com%2Fvi%2Fm_EcoSaqp1U%2Fmaxresdefault.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fhubblesite.org%2Fvideo%2F1020%2Fscience&docid=nnNCmN874ebjNM&tbnid=G_AkrhmkK8EMOM%3A&vet=10ahUKEwiroMea8q3lAhV4ThUIHSlcAr4QMwhHKAQwBA..i&w=1280&h=720&bih=608&biw=1366&q=nebula&ved=0ahUKEwiroMea8q3lAhV4ThUIHSlcAr4QMwhHKAQwBA&iact=mrc&uact=8 21.10.2019 20:40
2.6 https://www.nasa.gov/image-feature/an-infrared-view-of-the-m81-galaxy 21.10.2019 20:43
2.7 http://www.sci-news.com/astronomy/hubble-image-saturn-ring-system-07589.html 21.10.2019 21:07
2.8 https://www.log.com.tr/dunyanin-en-hizli-ve-gizemli-ucagi-sr-72-hakkinda-bilinenler/ 21.10.2019 21:13
2.9 https://news.weku.io/community-deals/@failureman/jupiter-has-moved-closer-to-the-sun 21.10.2019 21:26
2.10 https://spaceplace.nasa.gov/all-about-the-moon/en/ 21.10.2019 21:28
2.11 https://earthobservatory.nasa.gov/images/885/earth-from-space 21.10.2019 21:29
2.12 https://www.spacetelescope.org/images/heic9902o/ 21.10.2019 21:44
2.13 https://www.noao.edu/image_gallery/images/d4/m81y.jpg 16.03.2020 13:00
2.14 https://apod.nasa.gov/apod/ap020710.html 16.03.2020 13:01
2.15 https://www.eso.org/public/images/eso9921a/ 16.03.2020 13:02
2.16 https://www.noao.edu/image_gallery/images/d6/m95_2.jpg 16.03.2020 13:03
2.17 https://apod.nasa.gov/apod/image/0304/ngc1365_vlt_big.jpg 16.03.2020 13:04
2.18 https://www.noao.edu/image_gallery/images/d6/m61.jpg 16.03.2020 13:06
2.19 https://www.noao.edu/image_gallery/images/d6/m87i.jpg 16.03.2020 13:07
2.20 http://www.calvin.edu/academic/phys/observatory/images/Astr110.Spring2009/Lubben.html 16.03.2020 13:08
2.21 https://www.noao.edu/image_gallery/images/d6/m59.jpg 16.03.2020 13:09
2.22 https://www.noao.edu/image_gallery/images/d4/m82a.jpg 16.03.2020 13:10
2.23 https://apod.nasa.gov/apod/image/0812/LMCmosaicM_gendler.jpg 16.03.2020 13:11
2.24 https://www.britannica.com/science/galaxy/Types-of-galaxies 16.03.2020 13:12
2.25 https://www.britannica.com/science/galaxy/Irregular-galaxies 16.03.2020 13:13
2.26 http://www.bdtorino.eu/sito/articolo.php?id=24446 02.03.2020 14:39
2.27 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 6.11.2019 12:56
2.28 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 11.11.2019 21:44
2.29 https://www.scmp.com/news/world/europe/article/2180641/cosmic-collision-course-nearby-galaxy-set-hit-milky-way-say 21.10.2019 22:07
2.30 http://astronomi.istanbul.edu.tr/populer/samanyolu/samanyolu.htm 13.03.2020 13:33
2.31 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 20.10.2019 12:07
2.32 https://www.nasa.gov/jpl/charting-the-milky-way-from-the-inside-out 21.10.2019 22:17
2.33 https://nypost.com/2017/03/20/scientists-discover-more-than-100-planets-in-our-solar-system/ 14.10.2019 17:17
2.34 https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/fig5-stacked-90ss_planets-callouts.jpg 02.03.2020 17:01
2.35 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 18.10.2019 12:17
2.36 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 27.11.2019 23:07

2.37 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 27.11.2019 23:07
2.38 https://svs.gsfc.nasa.gov/11136 21.10.2019 22:34
2.39 https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/multimedia/Sunlayers.html 21.10.2019 22:36 28.10.2019 13:00
2.40 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 26.10.2019 14:06
2.41 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 27.10.2019 16:45
2.42 https://www.slsc.org/astronomy-fact-of-the-day-september-13-2018/ 21.10.2019 22:50
2.43 http://www.physics.usyd.edu.au/~bedding/kepler/ 21.10.2019 22:53
2.44 https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/messier-57-the-ring-nebula 21.10.2019 22:56
2.45 http://simostronomy.blogspot.com/2010/11/do-puny-white-dwarfs-make-wimpy.html 21.10.2019 22:56
2.46 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 19.10.2019 12:34
2.47 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 19.10.2019 12:34
2.48 https://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6572/10788_read-24352/ 21.02.2020 15:29

3. ÜNİTE

3.1 https://www.nasa.gov/image-feature/earth-rising-over-the-moons-horizon 02.03.2020 17:25
3.2 https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kastamonu/gezilecekyer/ilgaz-daglari-mll-parki 24.03.2020 216:00
3.3 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 24.10.2019 20:08
3.4 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 25.10.2019 11:00
3.5 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 22.10.2019 13:31
3.6 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 21.10.2019 15:20
3.7 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 23.10.2019 15:20
3.8 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 23.10.2019 14:30
3.9 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 23.10.2019 14:30
3.10 http://www.astrobilgi.org/esleksel-gunes-saati-yapiyoruz/ 24.10.2019 20:17
3.11 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir..24.10.2019 11:50
3.12 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 24.10.2019 12:00
3.13 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir..28.10.2019 14:00
3.14 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir.28.10.2019 14:00
3.15 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.16 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.17 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir..28.10.2019 14:00
3.18 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.19 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.20 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.21 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 13.03.2020 12:00
3.22 https://apod.nasa.gov/apod/ap051220.html 24/10/2019 20:35
3.23 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.24 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 28.10.2019 14:00
3.25 https://mobtech.interia.pl/komorki/news-10-lat-nawigacji-satelitarnej,nId,704667 02.03.2020 21:11
3.26 https://www.kircaalihaber.com/?pid=3&id_news=10646 24/10/2019 20:46
3.27 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 27.10.2019 13:40
3.28 http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/content/gunesi-dogusu 24.10.2019 20:48
3.29 http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/content/gunesin-batisi-2 24.10.2019 20:49
3.30 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 22.10.2019 15:53

4. ÜNİTE

4.1 https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/news/sun-moon.html 27.10.2019 21:12
4.2 https://www.anlamakdegisimdir.com/2019/02/stonehenge-gizemi-nihayet-cozuldu.html 27.10.2019 21:22
4.3 https://www.thesun.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/NINTCHDBPICT000496789328.jpg 27.10.2019 21:25

4.4 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 27.10.2019 13:42
4.5 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 27.10.2019 13:54
4.6 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 27.10.2019 13:42
4.7 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 27.10.2019 14:29
4.8 https://earthsky.org/astronomy-essentials/moon-phases-synodic-months-supermoons-eclipses 02.03.2020 14:48
4.9 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 27.10.2019 14:14
4.10 https://qz.com/407642/china-plans-to-be-the-first-to-land-on-the-dark-side-of-the-moon/ 27.10.2019 21:31
4.11 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 26.10.2019 10:10
4.12 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 26.10.2019 11:05
4.13 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 26.10.2019 10:35
4.14 https://telescopeobserver.com/wp-content/uploads/2018/12/solar-eclipse.jpg 27.10.2019 21:56
4.15 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 22.06.2019 20:35
4.16 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 10.01.2020 22:27
4.17 https://www.wptv.com/news/national/total-solar-eclipse-moves-across-south-america-today 27/10/2019 21:59
4.18 https://www.nasa.gov/centers/armstrong/multimedia/imagegallery/2017_total_solar_eclipse/AFRC2017-0233-005.html 03.03.2020 14:05
4.19 https://mars.nasa.gov/resources/6610/coronal-mass-ejections/ 02.03.2019 21:19
4.20 Görsel tasarım uzmanı tarafından tasarlanmıştır. 27.10.2019 22:10
4.21 https://www.gencgonulluler.gov.tr/Activity/Detail/19746 27.10.2019 21:32
4.22 https://www.themagiconions.com/2011/11/homemade-playdough.html 27/10/2019 21:38
4.23 https://www.holmfirthevents.co.uk/wp-content/uploads/2017/01/bigstock-Soft-Focus-Of-Tennis-Ball-On-T-126057446.jpg 27.10.2019 21:40
4.24 https://apod.nasa.gov/apod/image/1205/aseJan2010_svalgaard.jpg 27.10.2019 22:12
4.25 https://www.nasa.gov/image-feature/2017-total-solar-eclipse 03.03.2020 13:05
4.26 https://www.nasa.gov/image-feature/goddard/2016/2016-solar-eclipse 03.03.2020 13:08

5. ÜNİTE

5.1 https://www.konubak.com/zaman-ve-takvim/ 03.11.2019 20:26
5.2 Görsel tasarım uzmanı tarafından çizilmiştir. 03.11.2019 20:26
5.3 https://www.topoi.org/project/a-3-8/ 03.11.2019 20:26
5.4 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 28.10.2019 16:50
5.5 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 28.10.2019 16:20
5.6 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 28.10.2019 16:44
5.7 Görsel tasarım uzmanı tarafından çekilmiştir. 28.10.2019 16:30
5.8 https://www.flickr.com/photos/88396464@N06/8080294867/in/photostream/ 02.03.2020 22:57
5.9 https://www.wren-ross.com/bloglet/2018/3/28/notes 02.03.2020 23:13
5.11 https://tr.wikipedia.org/wiki/12_hayvanlı_takvim#/media/Dosya:Turktakvim1.jpg 02.03.2020 23:01
5.10 http://www.mmsrn.com/dunyada-en-cok-kullanilan-takvimler-nelerdir/ 03.11.2019 20:56

6. ÜNİTE

6.1 http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/m17-064.jpg
6.2 https://www.biyologlar.com/siyanobakteriler-hakkinda-bilgi 221.02.2020 17:16
6.3 https://mars.nasa.gov/mer/mission/overview/ 03.03.2020 14:09
6.4 https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space 06.06.2011 11:33
6.5 https://space.nss.org/life-in-extreme-environments/ 06.06.2011 11:48
6.6 https://phys.org/news/2006-03-reveals-oxygen-contributions-evolution.html 06.06.2011 11:50
6.7 https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/space-station-assembly 03.10.2019 21:27
6.8 https://uzay.tubitak.gov.tr/#slideshow-1 03.10.2019 21:30
6.9 https://www.profesorchiflado.com/lanzamiento-del-satelite-sputnik/ 03.10.2019 22:15

6.10 https://listelist.com/kopek-layka/ 03.10.2019 22:16
6.11 https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/explorer_1_launch.jpg 03.10.2019 22:16
6.12 https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_924.html 03.10.2019 21:35
6.13 https://www.thecrimson.com/article/2019/7/21/lunar-landing-50th-anniversary/ 03.10.2019 21:38
6.14 https://www.nasa.gov/topics/history/milestones/spacesuit.html 03.10.2019 22:06
6.15 https://www.nasa.gov/sites/default/files/1981_april_sts_001_0.jpg 03.10.2019 21:52
6.16 https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_171.html 03.10.2019 21:55
6.17 https://en.wikipedia.org/wiki/Pioneer_10#/media/File:An_artist's_impression_of_a_Pioneer_spacecraft_on_its_way_to_interstellar_space.jpg 02.03.2020 14:54
6.18 https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_2009.html 03.03.2020 14:12
6.19 https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/image/marspath_80839.jpg 03.10.2019 22:08
6.20 https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2017/03/06/the-first-woman-in-space-turns-80-and-you-probably-never-heard-of-her/#652ca7eeae5e 03.10.2019 22:10
6.21 https://www.scientificamerican.com/article/how-nasa-fights-to-keep-dying-spacecraft-alive/ 03.10.2019 22:11
6.22 https://www.thevintagenews.com/2018/03/19/luna-2/ 03.10.2019 22:19
6.23 https://www.kozmikanafor.com/luna-3-ay-kesif-araci/ 03.10.2019 22:24
6.24 https://www.reddit.com/r/ColorizedHistory/comments/4eia07/55_years_ago_yuri_gagarin_became_the_first_human/ 03.10.2019 22:29
6.25 https://airandspace.si.edu/collection-objects/vostok-3ka-model-13-scale 03.10.2019 22:32
6.26 https://earthsky.org/space/this-date-in-science-first-woman-in-space 03.10.2019 22:34
6.27 https://uzay.tubitak.gov.tr/sites/images/hale01.jpg 03.10.2019 22:35
6.28 https://uzay.tubitak.gov.tr/tr/foto-galeri/yerli-gozlem-uydusu-rasat-uzayda-ikinci-yilini-tamamladi 03.10.2019 22:37
6.29 https://tarihinizinde.com/lagari-hasan-celebi/ 20.02.2020 23:12
6.30 https://tarihinizinde.com/lagari-hasan-celebi/ 20.02.2020 23:12
6.31 https://www.nasa.gov/image-feature/sls-heavy-lift-rocket 03.10.2019 22:46
6.32 https://www.jpl.nasa.gov/edu/news/2016/5/18/navigating-la-with-65-000-pounds-of-nasa-space-shuttle-history/ 03.10.2019 22:53
6.33 https://www.nasa.gov/audience/foreducators/robotics/imagegallery/r_spirit.jpg.html 03.10.2019 22:55
6.34 https://space.skyrocket.de/doc_sdat/iras.htm 03.10.2019 22:59
6.35 https://www.turksat.com.tr/tr/uydu/turksat-uydu/uydularimiz (Ekran görüntüsü) 03.10.2019 23:10
6.36 https://www.nasa.gov/content/goddard/europa-water-vapor-plume 16.03.2020 13:49
6.37 https://www.sciencemag.org/news/2016/09/world-s-largest-radio-telescope-will-search-dark-matter-listen-aliens 03.03.2020 14:17
6.38 https://www.nsf.gov/news/mmg/media/images/vlasunrisejuly2008_h.jpg 03.10.2019 23:32
6.39 https://www.cnbc.com/id/100479667 03.10.2019 23:36
6.40 https://www.nasa.gov/press-release/virginia-students-to-speak-live-with-space-station-crew/ 03.10.2019 23:47
6.41 https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/m16-015.jpg 03.10.2019 23:50
6.42 https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/iss037e021315.jpg 03.10.2019 23:52
6.43 https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/sleepingiss_astronaut.jpg 03.10.2019 23:55
6.44 https://cosmosmagazine.com/space/will-space-colonisation-cripple-our-astronauts 03.10.2019 23:55
6.45 https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/iss019e018484.jpg 03.10.2019 00:02
6.46 https://www.nasa.gov/centers/glenn/images/content/101901main_C88_11517_1200x900.jpg 23.02.2020 23:49
6.47 https://www.ctvnews.ca/sci-tech/legacy-of-biosphere-2-lives-on-in-singular-research-space-1.4131228 03.10.2019 00:12

ŞEKİLLER

Kitaptaki tüm şekiller komisyon tarafından tasarlanmıştır.

TABLOLAR

Kitaptaki tüm tablolar komisyon tarafından tasarlanmıştır.

İNTERNET SİTELERİ

www.ttkb.meb.gov.tr
www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy
www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/populer/seti/seti.htm
www.uzay.tubitak.gov.tr
www.nasa.gov/mission_pages/SOFIA/status_update_08_11_10.html
www.gokyuzu.org
www.uzaymer.cukurova.edu.tr
www.fizik.itu.edu.tr
www.b2science.org
www.astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html
www.spaceplace.jpl.nasa.gov/en/educators/posters
www.nasa.gov
www.rasathane.ankara.edu.tr/populer/pak.php
www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/populer/seti/seti.htm

TÜRKİYEDEKİ GÖZLEMEVLERİ

1. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Gözlemevi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
2. İstanbul Üniversitesi Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi
3. Ankara Üniversitesi Gözlemevi
4. Ege Üniversitesi Gözlemevi
5. Çukurova Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi
6. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) Antalya
7. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ulupınar Gözlemevi
8. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Gözlemevi
9. Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

KİTAPTA KULLANILAN SEMBOLLER

SEMBOL	OKUNUŞU	SEMBOL	OKUNUŞU
α	Alfa	μ	Mü
β	Beta	σ	Sigma
δ	Delta	π	Pi
ε	Epsilon	θ	Teta
γ	Gama	Ω	Omega
φ	Fi	λ	Lamda

GÖK OLAYLARI

Her yıl Alp AKOĞLU'nun katkılarıyla TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi ve TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin işbirliğinde hazırlanan Gök Olayları yıllıklarına aşağıdaki bağlantıdan ulaşabilirsiniz.

http://tug.tubitak.gov.tr/tr/gok-olaylari-yilligi